This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

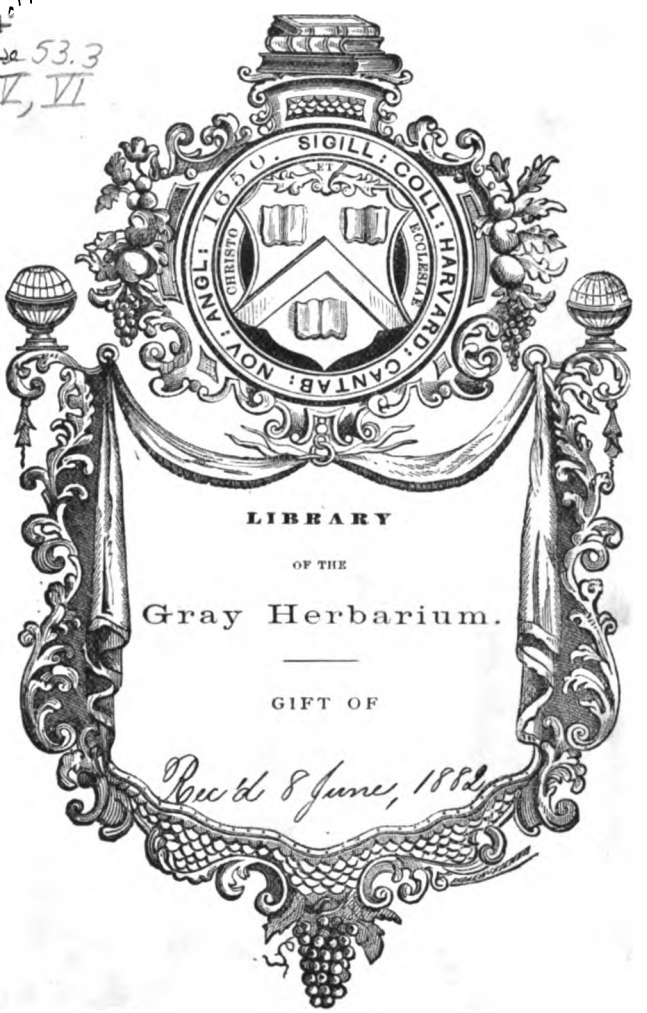
Untersuchungen ueber die Lebermoose

Hubert Leitgeb

Digitized by Google

3 2044 106 320 898

Crypt
La 53.3
V, VI



LIBRARY

OF THE

Gray Herbarium.

GIFT OF

Rec'd 8 June, 1882

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

LEBERMOOSE

VON

DR. HUBERT LEITGEB
PROFESSOR DER BOTANIK IN GRAZ

UNTER
MITWIRKUNG VON M. WALDNER, ASSISTENTEN AM
BOTANISCHEN INSTITUTE.

V. HEFT.

DIE ANTHOCEROTEEN.

MIT FÜNF TAFELN.

GRAZ
LEUSCHNER & LUBENSKY
1879.

Digitized by Google

DRUCKEREI LEYKAM-JOSEFSTHAL IN GRAZ.

Digitized by Google

Auch für das vorliegende Heft wurde das Untersuchungsmaterial den reichen Sammlungen Dr. Gottsche's und des Wiener-Museums entnommen. Für die beiden Gattungen Anthoceros und Dendroceros reichte es auch vollständig aus, und es konnten für dieselben die Beobachtungen, wie ich glaube, lückenlos zum Abschlusse gebracht werden.

Für die Untersuchung von Notothylas standen mir ausserdem lebende Pflanzen zur Verfügung, welche Herr Limpricht in Breslau eigens für mich gesammelt hatte, und wofür ich ihm zum grössten Danke verpflichtet bin.

Leider waren auch diese Pflanzen im Fruchtstadium, und man war darauf angewiesen, die Entwicklungsgeschichte des Sporogons an einigen wenigen, nach langem Suchen aufgefundenen, theils in der Entwicklung verspäteten, theils während derselben abgestorbenen Sporogonen zu studiren.

Bei dieser ungemein zeitraubenden Durchsuchung des gesammten Materiales wurde ich nun von meinem Assistenten Herrn M. Waldner bestens unterstützt, der ausserdem durch das Studium der Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsorgane bei Anthoceros für das vorliegende Heft einen wesentlichen Beitrag lieferte.

GRAZ, im Juni 1879.

Digitized by Google

Digitized by Google

INHALT.

I. Allgemeines.

Seite

Die Gattungen der Anthoceroteen und die dermaligen Ansichten über die systematische Stellung dieser Gruppe 1
Verwandtschaftsverhältnisse der Gattungen unter einander 2
Volle Uebereinstimmung derselben in Bezug auf:
a: Anlage und Entwicklung der Antheridien; diesbezügliche Vergleiche mit anderen Lebermoosen 3
b: Anlage und Entwicklung der Archegonien und diesbezügliche Vergleiche mit Leber- und Laubmoosen 3
c: Ausbildung und Bau der Hülle 4
d: Bildung der Spaltöffnungen und Nostoccolonieen 4
Verschiedene Ausbildung des Thallus 5
Die Sporogone von Anthoceros und Dendroceros 5
Verschiedene Ausbildung der steril bleibenden Zellen des Sporenraumes bei den Anthocerosarten . . . 6
Das Sporogon von Notothylas 7
Kapseln mit und ohne Columella 7
Deren Entwicklung verglichen mit den entsprechenden Entwicklungsvorgängen bei Riellen und Jungermanniaceen, und 8
Verwandschaftsverhältnisse der Anthoceroteen gegenüber den Leber- und Laubmoosen 9

II. Specielle Untersuchungen.

Anthoceros 11
Frühere Untersuchungen 12
Wachsthum der Laubachsen 13
Theilung der Segmente 13
Spaltöffnungen 13
deren Infection durch Nostoc 15
Antheridien 17
Anlage von Antheridiengruppen 18
Exogene Entstehung in abnormen Fällen 19

Digitized by Google

Seite

Archegonien 20
Historisches und . . . . . —
eigene Untersuchungen . . . . . —
Entwicklung des Sporogones 21
Ergänzung früherer Untersuchungen 22
Entwicklung der sporenbildenden Schichte bis zur Differenzirung der Sporenmutterzellen . . 24
Bildung von Reihen steriler Zellen („gegliederter Elateren") 25
Darstellung eines zusammenhängenden Netzwerkes steriler Zellen 26
Verschiedene Ausbildung der sterilen Zellen bei verschiedenen Arten der Gattung 26
Spaltöffnungen an der Kapsel 28
Keimung der Sporen 29

Dendroceros.

Habitus und Bau der Pflanzen 29
Wachsthum der Laubachsen 30
Anlage der Laminarfalten 30
Bildung der Intercellularräume 31
Spaltöffnungen; deren Vertheilung 31
Infection durch Nostoc 31
Vertheilung der Geschlechtsorgane 32
Antheridien 32
Archegonien 33
Entwicklung des Sporogones 33
Anlage der Sporenmutterzellen und Elateren 36
die Kapselwand 37
Bau der Sporen und Keimung derselben 38
Die Sporentetraden bei *D. cichoraceus* 39
Brutknospenbildung 39

Notothylas.

Historisches über den Bau der Kapsel 39
Habitus der Pflanzen 41
Stellung der Früchte 42
Lostrennung der Kapseln durch Abtserben des Stieles 42
Bau der Kapseln 43
Das aus den sterilen Zellen gebildete Kammerwerk in den columellalosen Kapseln 43
Kapseln mit Columella 44
Bau junger Sporogone bei *N. fertilis* 45
die Kapselformen bei *N. valvata* 46
„ „ *N. melanospora* 47
„ „ *N. Breutelii* 47
Jugendstadien des Sporogons von *N. Breutelii* 47
Embryonalstadien 48
Zusammenfassung der Ergebnisse, und 49
Entwicklungsgeschichte des Sporogones 49
vergleichend betrachtet 50
Entwicklung des Archegoniums 52
Erklärung der Abbildungen 53

Digitized by Google

I. Allgemeines.

Dem Tribus der Anthoceroteen werden dermalen drei Gattungen zugezählt: *Anthoceros*, *Dendroceros* und *Notothylas**). Als gemeinsames Merkmal derselben gilt die eigenthümliche Ausbildung der Frucht, die ebenso durch das Vorhandensein einer Columella als durch das Fehlen einer eigentlichen Calyptra von der aller andern Lebermoose unterschieden sein soll.

Wohl hatte Milde für seinen *Chamaeceros* (Notothylas) *fertilis* das Fehlen der Columella mit aller Entschiedenheit hervorgehoben und darauf hingewiesen, dass dieser Umstand, wie auch das Verbleiben der Kapsel innerhalb des Laubfutterales (der Hülle) auf nähere Beziehungen zu den Ricciеen hinzuweisen scheine. Als aber später von Gottsche und andern nicht allein bei mehreren ausländischen Notothylasarten, sondern auch in zahlreichen Kapseln der Milde'schen Pflanze eine Columella aufgefunden und gezeigt wurde, dass auch bezüglich des Hervortretens der Kapsel aus der Hülle ein wesentlicher Unterschied von der Gattung *Anthoceros* nicht bestehe, schien die frühere Ansicht über die isolirte Stellung der Anthoceroteen vom neuen gerechtfertigt, um so mehr, als auch die Hofmeister'schen Untersuchungen über Anlage und Entwicklung der Geschlechtsorgane diese Anschauungen nur noch mehr zu unterstützen schienen.

Auch die späteren Untersuchungen hatten eine Aenderung der Ansichten nicht bewirkt. Es hatte zwar das genauere Studium der Archegonentwicklung ergeben, dass bezüglich dieses Vorganges denn doch keine so grosse Abweichung vom allgemeinen Typus vorhanden sei, aber bezüglich der endogenen Entstehung der Antheridien und vor allem mit Rücksicht auf die Entwicklung des Sporogons konnten weder unter den Lebermoosen noch den Laubmoosen irgendwelche Beziehungspunkte aufgefunden werden. Bezüglich des letzteren Vorgangs schien die Abweichung sogar grösser zu sein, als man früher anzunehmen

*) Dass die in der „Synopsis Hepaticarum" noch aufgezählte vierte Gattung *Blaudowia* nicht unter die Lebermoose gehört, wurde von Bischoff nachgewiesen. (Bemerkungen über die Lebermoose in Nov. Act. Bd. XVII. 2, pg. 962).

Digitized by Google

geneigt war. Denn die Columella der Anthoceroskapsel konnte ja immerhin dem ähnlichen Gebilde in der Laubmooskapsel verglichen werden und selbst unter den Lebermoosen konnte der die Kapsel der Sporogone von *Pellia* durchziehende axile Schleuderstrang als eine Art Columellabildung aufgefasst werden. Nun zeigten aber die weiteren Forschungen tiefgreifende Unterschiede. Während der axile Schleuderstrang bei *Pellia* als eine Differenzirung innerhalb des Sporenraumes (also nach Anlage desselben) aufgefasst werden musste, und desgleichen auch für die Laubmoos-Kapsel festgestellt wurde, dass Columella und sporenbildende Schichte aus einem früher angelegten axilen Gewebekörper entstehen und somit zusammengehörig sind; und weiters dass sporenbildende Schichte plus Columella (Endothecium) dem Sporenraume der Lebermooskapsel entsprechen, stellte sich für *Anthoceros* die selbstständige Anlage dieser beiden Gewebe heraus, in der Weise, dass die Columella früher und durch einen ähnlichen Theilungsvorgang angelegt werde, wie er bei Lebermoosen die Abscheidung des Sporenraumes, bei Laubmoosen die des Endotheciums bewirkt, während die sporenbildende Schichte späterer Entstehung sei und aus jener Zellenlage hervorgehe, welche dort die Anlage der Kapselwand darstellt.

Dies ist auch der dermalige Stand der Frage und gerade darin, dass *Anthoceros* bezüglich der Differenzirung der Gewebe im Sporogone so aller Beziehungspunkte sowohl zu den übrigen Lebermoosen wie zu den Laubmoosen hin zu entbehren scheint, liegt ja die Hauptschwierigkeit, über seine Verwandtschaftsbeziehungen sich ein Urtheil zu bilden. Aber ich möchte gleich hier hervorheben, dass von allen Anthoceroteen nur die Gattung *Anthoceros* untersucht war, und dass bezüglich der Laubmoose noch eine genauere Untersuchung von *Sphagnum* fehlt.

Ich werde später noch Gelegenheit haben, auf diesen Gegenstand zurückzukommen, und will für jetzt in eine allgemeine und vergleichende Besprechung der drei Anthoceroteengattungen eingehen.

Es ist vor allem hervorzuheben, dass dieselben in der That einem einzigen natürlichen Entwicklungskreise angehören und somit zunächst mit einander verwandt sind. Es tritt dies namentlich in der Art der Anlage und Ausbildung der Geschlechtsorgane hervor, welche Vorgänge bei allen drei Gattungen in ganz gleicher Weise verlaufen. Die Antheridien sitzen immer in anfangs vollkommen geschlossenen Höhlungen, welche (namentlich bei *Dendroceros*) blasenförmig über die Lauboberfläche hervortreten, oder wie bei unseren einheimischen Anthocerosarten und *Notothylas* ganz in das Laub versenkt sind. Die Antheridien stehen theils einzeln (wie immer bei Dendroceros), theils paarweise; theils in Gruppen beisammen, in welchem letzteren Falle sie dann ungleiche Altersstadien zeigen, so dass man auf eine succedane Entstehung derselben schliessen kann.*) Bei *Anthoceros* zerfällt die Antheridienmutterzelle sogleich durch sich kreuzende Längswände in vier neben einander liegende

*) Vergl. den speciellen Theil: Anthoceros.

Digitized by Google

Zellen und da aus diesen auch der Stiel hervorgeht, so ist dieser selbstverständlich immer aus vier Zellreihen zusammengesetzt. So dürfte es sich wohl auch bei *Notothylas* verhalten. Bei *Dendroceros* aber sind die sehr langen Antheridienstiele (Taf. II, Fig. 14) nur aus zwei Zellreihen bestehend, was wahrscheinlich darin seinen Grund hat, dass nach Halbirung der Antheridienmutterzelle durch die erste Längswand und vor dem Auftreten der zweiten, durch eine Quertheilung eine stielbildende Zelle abgeschnitten wird.

Vergleichen wir nun damit die entsprechenden Vorgänge bei den übrigen Lebermoosen. Wir haben da zwei Typen zu unterscheiden, den Marchantiaceentypus, wo der Antheridienkörper sich aus Querscheiben (Stockwerken) aufbaut, welche erst später quadrantisch getheilt werden; und den Jungermanniaceentypus, wo der Antheridienkörper aus nur einem Stockwerk hervorgeht, welches vorerst durch Längswände in vier neben einander liegende Zellen zerfällt. Da diese Längswände sich in der Regel nicht unter rechtem Winkel schneiden, so haben die vier das Stockwerk bildenden Zellen ungleiche radiale Tiefe, und nur die zwei grösseren diagonal liegenden Zellen betheiligen sich an der Bildung des Innenraumes. Ich habe aber schon seinerzeit die Besprechung dieser Vorgänge*) hervorgehoben, dass ausnahmsweise auch rechtwinkelige Kreuzung der Längswände vorkommen kann, und dass dann sämmtliche vier Zellen an der Bildung des Innenraumes theilnehmen, und ich habe schon damals auf die Aehnlichkeit dieses abnormen Verhaltens mit dem normalen Vorgange bei *Anthoceros* hingewiesen. Es gilt diess nun in viel höherem Grade für *Dendroceros,* dessen kugelige, auf langen aus zwei Zellreihen aufgebauten Stielen sitzende Antheridien durchaus denen der Jungermannieen gleichen.

Auch die Entwicklung der Archegonien ist bei allen drei Gattungen im Wesentlichen dieselbe. Die Archegonmutterzelle bleibt vollkommen im Thallusgewebe eingesenkt, theilt sich aber ganz so wie bei den übrigen Lebermoosen in drei seitliche und eine mittlere Zelle. Wenn wir davon absehen, dass die ersteren in Folge der eingesenkten Lage der Archegonmutterzelle mit den umgebenden Thalluszellen im Gewebeverbande bleiben, und somit das Archegon als abgeschlossenes scharf umgrenztes Organ weniger hervortritt, so ist der Entwicklungsvorgang bis zu diesem Zeitpunkte ganz derselbe, wie bei den übrigen Lebermoosen. Nach Bildung der mittleren Zelle aber tritt ein wesentlicher Unterschied ein. Bei den übrigen Lebermoosen zerfällt die mittlere Zelle in eine Deckelzelle und eine unter ihr liegende innere Zelle, welche später in die Halscanalzelle und die Centralzelle zerfällt. Aus jener geht die Reihe der Halscanalzellen, aus dieser die Bauchcanalzelle und das Ei hervor. Bei den Anthocerotcen aber ist bei der Differenzirung der Innenzelle nicht die Bildung der Deckelzelle primär, die der Centralzelle secundär, sondern die letztere wird zuerst angelegt und nun erst differenzirt sich Halscanalzelle und Deckelzelle. Es erinnert dieser Vorgang einigermassen an die Archegonbildung der Laubmoose, wo ja in

*) Heft II, pg. 42 et seq.

Digitized by Google

gleicher Weise zuerst die Centralzelle abgeschnitten wird. Dort aber baut sich der Archegonhals durch Spitzenwachsthum auf und als Abschluss desselben erscheint die Bildung der Deckelzelle, während bei den Anthoceroteen die Abscheidung der Deckelzelle der Ausbildung des Halscanales vorausgeht. (Taf. I, Fig. 13, 14; Taf. II, Fig. 2; Taf. V, Fig. 8, 9.)

Dieser durchaus übereinstimmenden Entwicklung des Archegons bei allen drei Gattungen entspricht auch die gleiche Art der Bildung des die jungen Sporogone umschliessenden Laubfutterales, — der Hülle nämlich. Es ist vorerst hervorzuheben, dass da eine Wandschicht des Archegons ja unzweifelhaft vorhanden ist, und dieselbe später an den in dem umgebenden Thallusgewebe eintretenden Wachsthumsvorgängen Theil nimmt, von dem Fehlen einer Calyptra eigentlich nicht gesprochen werden kann. Sie ist nur nicht individualisirt, sondern mit der aus dem Thallusgewebe gebildeten Hülle innig verschmolzen.

Diese Hülle ist an der Basis am mächtigsten (bis zwölf und noch mehr Zellschichten dick bei *Dendroceros*), an der Spitze am dünnsten, was nicht blos daher rührt, dass hier überhaupt weniger Zellschichten gebildet wurden, sondern auch darin seinen Grund hat, dass noch vor dem Hervorbrechen der Kapsel einige der oberflächlichen Zellschichten abgeworfen werden, was offenbar den Durchtritt jener erleichtert.

Eine weitere, allen drei Gattungen zukommende Eigenthümlichkeit ist das Vorhandensein von Spaltöffnungen am Thallus, die Infection derselben mit Nostoc und die Art der Bildung der Nostoccolonieen. Die Spaltöffnungen, bei allen Gattungen gleich gebaut, kommen entweder nur an der Ventralseite des Thallus vor (Anthoceros, Notothylas) oder finden sich ausserdem auch an der Dorsalseite (mehrere Dendroceros) und dem entsprechend findet man auch die Nostoccolonien entweder nur an einer oder an beiden Seiten. Die von allen Seiten aus der Wand entspringenden, die Nostocansiedlung durchsetzenden und zugleich mit dieser sich vergrössernden und vermehrenden Schläuche sind am schönsten bei *Dendroceros* ausgebildet, lassen sich aber auch bei jenen Anthocerosarten leicht darstellen, bei denen die Nostockugeln weit über die Lauboberfläche hervortreten.

In allen bis jetzt besprochenen Verhältnissen gleichen sich, wie schon gesagt, die drei Anthoceroteengattungen durchaus, und es kann über ihre nahe Verwandtschaft unter einander wohl nicht der geringste Zweifel bestehen.

Es kommen aber anderseits nicht unbedeutende Unterschiede vor und gerade in Berücksichtigung dieser sind die Beziehungen der Gattungen zu einander im hohen Grade lehrreich und interessant. Wir finden nämlich einerseits bei innigster Uebereinstimmung der Geschlechtsgenerationen zweier Gattungen ganz abweichende Entwicklung der Sporogonien (Notothylas und Anthoceros); anderseits bei vollkommnn gleicher Entwicklung der letzteren einen ganz abweichenden Bau des ersteren (Anthoceros und Dendroceros).

In Bezug auf die Entwicklung, den Bau und die Form des Thallus besteht zwischen Anthoceros und Notothylas kein Unterschied. Es gleichen sich zum Beispiele unser *Anthoceros laevis* und *Notothylas fertilis* so sehr, dass man sterile Pflänzchen derselben auch im frischen

Digitized by Google

Zustande kaum zu unterscheiden vermag.*) Ein ganz abweichendes Aussehen haben dagegen die typischen *Dendroceros*arten (Taf. II, Fig. 20). Die Pflänzchen bestehen aus einer mächtigen Mittelrippe, an der sich beiderseits die einschichtige Lamina ansetzt, welche in Folge vielfacher Faltungen der Seitenränder ein krauses Ansehen zeigt, so dass man an die Form mancher anakrogyner Jungermanniaceen (z. B. *Mörkia*), ja selbst beblätterter Gattungen erinnert wird. Bei dieser durchaus abweichenden Ausbildung des Thallus, die sogar mit einer anderen Art des Scheitelwachsthumes verbunden ist**), ist nun die Uebereinstimmung mit Anthoceros in Bezug auf die Entwicklung des Sporogons eine vollkommene und es unterscheiden sich diesbezüglich beide Gattungen in gleichem Maase von *Notothylas*.

Bei beiden erfolgt nach der Abscheidung des unteren fussbildenden Stockwerkes in der oberen Embryohälfte, zugleich mit der Differenzirung von Aussen- und Innenzellen, die Anlage der Columella aus der Gesammtheit der letzteren, während die sporenbildende Schichte aus jenen Aussenzellen durch deren erste tangentale Spaltung hervorgeht. Die Columella ist hier also ein scharf differenzirtes primär, und früher als die sporenbildende Schichte angelegtes Gewebe, das als axiler Strang das junge Sporogon seiner ganzen Länge nach durchsetzend, unmittelbar bis an den Sporogonfuss reicht und bis zu dieser Stelle von der sporenbildenden Schichte glockenförmig überdeckt wird. Es ist also ein Kapselstiel gar nicht vorhanden und jener untere nicht klaffende Theil des Sporogons der bei beiden Gattungen als Stiel (pedunculus, pedicellus) bezeichnet wird, ist nur der untere und (in Folge des basilaren Wachsthumes der Kapsel) jüngste Kapseltheil, in dem die Isolirung der Sporenmutterzellen, die dem Wachsthume entsprechend basipetal fortschreitet, noch nicht eingetreten ist.

Es ist eine merkwürdige Thatsache, dass ich weder bei *Anthoceros* noch bei *Dendroceros* Kapseln auffinden konnte, welche als ausgewachsen zu bezeichnen gewesen wären. Bei allen ohne Ausnahme findet man, wenn auch der obere Kapseltheil schon gespalten ist, und seine Sporen entleert hat, nach dem Grunde hin fortschreitend, alle Stadien der Sporenentwicklung bis zur beginnenden Isolirung der Sporenmutterzellen. Es kann dies nur so erklärt werden, dass eine durch die Organisation des Sporogons bedingte Grenze im intercalaren Wachsthume der Kapsel, gewissermassen ein Abschluss dieses Wachsthumes aus inneren Gründen, überhaupt nicht vorhanden ist. Die Kapsel als Ganzes hat also

---

*) Die fructificirenden Pflänzchen, die mir lebend zur Untersuchung vorlagen, waren allerdings von dem dunkelgrünen Anthoceros durch einen gelblichgrünen Ton unterschieden, der sie zwischen den Anthocerosrasen ziemlich leicht herausfinden liess, auch wenn man noch nicht auf die Früchte Rücksicht nahm. Aber ich glaube kaum, dass auch junge Pflanzen diese Eigenthümlichkeit zeigen und bin vielmehr der Ansicht, dass diese Erscheinung auf das beginnende Absterben der Pflanzen hinweist, das jedenfalls der Fruchtreife sehr bald nachfolgt.

**) Vergl. den speciellen Theil.

Digitized by Google

keinen Reifezustand, in welchen nur succesive Theile derselben eintreten, und hört aus unbekannten Gründen das basilare Wachsthum und somit die Neubildung von Sporenmutterzellen auf, so ist auch zugleich in den höheren Theilen die Weiterbildung der schon vorhandenen (Bildung von Sporentetraden und Sporen) durchaus sistirt. Es verhält sich diesbezüglich die Anthoceroskapsel wie etwa der mit fortwährend thätig bleibenden Cambiummantel versehene Holzstamm, oder wie das Blatt von *Welwitschia*; und es wäre ja möglich, dass auch hier erst andere nicht in der Organisation des Organes liegende Momente dem weiteren Wachsthume ein Ziel setzen. Dieses constante Nachwachsen der Kapsel erklärt uns natürlich auch die so verschiedene Länge derselben bei einer und derselben Art, und die bis sieben Cm. langen Kapseln von *Anthoceros giganteus* sind in ihren Basaltheile nicht anders beschaffen, als die kaum aus dem Involucrum hervorgetretenen von *Anth. laevis*, welche wieder eben so gut alle Stadien der Sporenentwicklung zeigen, wie solche von vier Cm. Länge.

Die Entwicklung der am Grunde der Kapsel (in der Meristemregion) immer eine einzige Zelllage bildenden fertilen (sporenbildenden) Schichte stimmt bei beiden Gattungen in so weit überein, als in ihr vor Differenzirung der Sporenmutterzellen noch eine lebhafte Zellvermehrung nach allen Raumrichtungen stattfindet. Ein geringer Theil dieser Zellen (wahrscheinlich schon der Anlage nach grösser) rundet sich ab und wird zu Sporenmutterzellen; der weitaus grössere Theil derselben aber bleibt steril.

Bei unseren einheimischen Anthocerosarten bilden diese sterilen Zellen schon vom Anfange an ein zusammenhängendes Netzwerk, in dessen Maschen die Sporenmutterzellen liegen. Sie wachsen und theilen sich später eigentlich nur so weit, als es die Ausweitung des Sporenraumes verlangt*), hängen aber fast bis zur Sporenreife unter sich zusammen. Erst beim Oeffnen der Kapsel (resp. des Kapseltheiles) wird dieses Netzwerk in Bruchstücke zerrissen und diese bilden dann jene eigenthümlichen ungleich langen Ketten steriler Zellen, die als Elateren oder elaterenähnliche Zellen bekannt sind. Natürlich ist es möglich, dass die Glieder einer solchen Kette ihrer Entstehung nach zusammengehörig sind, d. h. von einer der ursprünglichen sterilen Zellen abstammen, aber ich glaube nicht, dass diess häufig der Fall ist, da das Längenwachsthum der einzelnen Zellen ein zu beschränktes ist.

Von diesen Formen führt ein ganz allmäliger Uebergang zu jenen Arten hinüber, bei denen die Elateren vollkommen individualisirt, aus einer Zellreihe bestehen, die von einem breiten durchlaufenden Spiralbande durchzogen ist und deren Glieder nachweisbar von einer Mutterzelle (einer ursprünglichen sterilen Zelle) abstammen. — Wir finden diese letztere Elaterenform bei einer Gruppe von Anthocerosarten, die unmittelbar zu *Dendroceros* hinüber leitet und vielleicht besser von *Anthoceros* zu trennen wäre, da sie nicht allein durch diese ausgezeichnete Elaterenform, sondern ebenso durch den Mangel von Spaltöffnungen

*) Vergl. den speciellen Theil.

Digitized by Google

an der Kapsel von den typischen Anthocerosarten verschieden ist, und in diesen beiden Merkmalen vollkommen mit *Dendroceros* übereinstimmt. Man könnte sie vielleicht geradezu zu *Dendroceros* ziehen. Da aber der Habitus der Pflanze mehr mit *Anthoceros* übereinstimmt und auch die Form der Kapsel und deren Länge mehr an diese Gattung erinnert, so möchte ich sie vorerst als Gruppe *Anthocerites**) den eigentlichen Anthocerosarten anreihen. (Weiteres im speciellen Theile.)

Das Sporogon von *Notothylas* stimmt in so weit mit denen der oben besprochenen Gattungen überein, als auch hier die Kapsel durch fortwährenden Zuwachs an der Basis verlängert wird, und dass auch hier mit dem Aufhören des Zuwachses alle weiteren Lebensvorgänge in der Kapsel sistirt erscheinen, die Umbildung der noch vorhandenen Sporenmutterzellen etc. aufhört und somit in jeder Kapsel auch noch alle Entwicklungszustände derselben aufgefunden werden. Hier scheint dieses Absterben der Kapsel durch Absterben des Stieles bedingt zu sein.**) Es tritt diese Sistirung des intercalaren Kapselzuwachses bei manchen Kapseln schon sehr früh ein; es werden Zwergkapseln gebildet, die vollkommen vom Involucrum bedeckt bleiben und nach ihrem Aufspringen die Sporen also innerhalb desselben entleeren. Ich fand solche Zwergkapseln (von oft nur 0·3 Mm. Länge) bei *N. fertilis* und *Breutelii*, sie dürften aber wohl bei allen Arten vorkommen. Es gibt aber bei letzterer Art auch Kapseln von 5 Mm. Länge, die also mehr als zur Hälfte aus dem Involucrum hervorsehen.

Nicht minder verschieden als in Bezug auf ihre Grösse zeigen sich nun die Kapseln auch in Bezug auf ihren Bau. Ich habe die ausführlichen Nachweisungen und die Mittheilung der zahlreichen diesbezüglichen Untersuchungen dem speciellen Theile vorbehalten und will nur die wichtigsten Resultate mittheilen.

Bei einigen Notothylasarten (ob bei allen?) kommen Kapseln vor, welche in Bezug auf Mächtigkeit der Columella und die Differenz die Zellen der letzteren von den übrigen sterilen Zellen des Sporenraumes sich von den Kapseln von *Anthoceros* nicht unterscheiden, und es wäre möglich (obwol nicht wahrscheinlich), dass diese Kapseln auch in Bezug auf Anlage ihrer Columella und sporenbildenden Schichte mit *Anthoceros* übereinstimmen.

Bei allen Notothylasarten findet man ferner Kapseln, in welchen eine Columella zwar vorhanden ist, wo aber die Columellazellen den übrigen sterilen Zellen des Kapselraumes durchaus gleich gebildet sind und sich sehr leicht von einander trennen. Für solche Kapseln zeigt die Untersuchung, dass die Columella nicht wie bei *Anthoceros* selbstständig und unabhängig von der sporenbildenden Schichte angelegt wird, sondern durch secundäre Differenzirung innerhalb des Sporenraumes entsteht, und somit diesbezüglich mit der Columella der Laubmooskapsel übereinstimmt.

---

*) In der Synopsis Hepaticarum umfasst die Abtheilung Anthocerites (§ 2) einen Theil der hier in Betracht kommenden Arten.

**) Vergl. den speciellen Theil.

Digitized by Google

Bei einigen Notothylasarten (ob bei allen?) gibt es aber auch Kapseln, in welchen auch der Anlage nach eine Columella nicht vorhanden ist. Die sterilen Zellen bilden unter sich im Gewebeverbande, ein den ganzen Innenraum der Kapsel gleichmässig erfüllendes Kammerwerk, in dessen Räumen (Kammern) die Sporenmutterzellen (resp. Sporentetraden und Sporen) liegen. Erst bei der Reife der Sporen trennen sich die sterilen Zellen von einander.

Es ist einleuchtend, dass solche Kapseln von den unmittelbar früher besprochenen columellaführenden nur graduell verschieden sind, und nur in so weit, als dort, in Folge einer bestimmten Gruppirung der Kammerwände, in der Axe der Kapsel nur sterile Zellen vorhanden sind, welche dann auch unter sich in etwas festerem Gewebeverbande bleiben.

Durch die Bildung solcher columellaloser Kapseln schliesst nun *Notothylas* unmittelbar an die übrigen Lebermoose an. Auch unter ihnen gibt es ja Formen, wo der Innenraum der Kapsel gleichförmig mit Sporentetraden und sterilen Zellen erfüllt ist, welche letztere nicht als Elateren (im physiologischen Sinne) ausgebildet werden und erst bei der Reife der Sporen in Function treten, sondern deren Function in einem früheren Stadium der Kapselentwicklung zur Geltung kommt, indem die in ihnen aufgespeicherten Stoffe zur Ausbildung der Sporen verwendet werden. Diesen Werth als „Nährzellen" der Sporen haben die sterilen Zellen nicht blos bei *Corsinia*, sie haben ihn auch bei den Riellen, und ich glaube, dass wir gerade in letzterer Gruppe die nächsten Verwandten von *Notothylas* zu suchen haben.

Zur Begründung dieser Anschauung bin ich genöthigt, etwas weiter auszuholen: Ich habe in dem früheren Hefte*) nachzuweisen versucht, dass die Riellen zu den Jungermanniaceen gehören, wobei ich es aber unentschieden lies, ob wir dieselben als primitive Formen aufzufassen haben, aus denen erst die anderen Jungermanniaceen hervorgegangen sind, oder ob wir in ihnen rückgebildete Formen erkennen sollen, welche aus typischen Jungermanniaceen (durch Verkümmerung des Sporogonstieles und der damit im Zusammenhange stehenden Rückbildung der Elateren zu „Nährzellen" entstanden sind. Es bleibt diese Frage auch jetzt noch eine offene und eine bestimmte Beantwortung derselben ist auch für den hier vorliegenden Zweck gar nicht nothwendig. Bei Riellen, wie den übrigen Jungermanniaceen sehen wir im jungen Sporogone Kapsel- und Stieltheil desselben anfangs nicht gesondert, und der axile den unteren Theil des Embryo durchziehende Zellstrang setzt sich unmittelbar in den Kapseltheil hinein fort, hier die Anlage des Sporenraumes darstellend. Hier folgt nun unmittelbar ein sehr reges von charakteristischen, allseitig orientirten Theilungen begleitetes Wachsthum, während in dem unteren (Stiel-) Theile dieses sehr gering ist, und nur Quertheilungen auftreten. Erst durch dieses spätere differente Verhalten beider Kapseltheile wird ihre gegenseitige Abgrenzung immer schärfer und Stiel und Kapsel erscheinen später deutlich gesondert. Bei den Riellen hat damit der Stiel seine volle Aus-

*) Heft IV, pg. 8. Für die folgenden Auseinandersetzungen vergleiche man auch die weiteren Ausführungen im speciellen Theile.

Digitized by Google

bildung erreicht und beginnt abzusterben, bevor noch die Kapsel ausgereift ist, die dadurch der weiteren Zufuhr von Nährstoffen beraubt ist, und ihre Sporen nur auf Kosten der in den steril bleibenden Zellen („Nährzellen") aufgespeicherten Reservestoffe ausbildet. Bei den übrigen Jungermanniaceen bleiben die Stielzellen aber lebend, und führen den sich weiter bildenden Zellen der Kapsel fortwährend Nährstoffe zu. Haben nun die Sporen nahezu den Reifezustand erlangt, so beginnt ein neuerliches Längenwachsthum des Stieles, wodurch die Kapsel über das Substrat emporgehoben wird. Das Sporogon von *Notothylas* erscheint nun gewissermassen als ein Zwischenglied. Etwas ältere Embryonen erscheinen denen vieler Jungermanniaceen durchaus ähnlich. Ein axiler, aus vier Zellreihen bestehender Strang durchzieht den unteren Theil des Sporogones und geht in seiner Verlängerung unmittelbar in den künftigen Sporenraum über (Taf. IV Fig. 1, 2, 3, 9, Taf. V. Fig. 11). Während der Weiterbildung des letzteren bleibt aber das Wachsthum im unteren (Stiel-) Theile nicht dauernd sistirt wie bei den Riellen, sondern es findet ein geringes Längenwachsthum statt, das von zahlreichen Quertheilungen begleitet ist. Es ist diess ja auch bei den Jungermanniaceen der Fall, aber dort sistiren die so gebildeten Zellen vorerst alle weitere Veränderungen und erst nach der Ausbildung der Kapsel findet in ihnen Längenwachsthum (Streckung) und dadurch Verlängerung des Stieles statt. Bei *Notothylas* nun geht die Weiterbildung derselben sogleich vor sich und indem sie die gleichen Veränderungen erleiden wie die höher gelegenen, schon unmittelbar für den Sporenraum angelegten Zellen, wird dieser vergrössert und die Kapsel erhält am Grunde fortwährend neuen Zuwachs. Ich meine also, um es kurz zu sagen: Der basilare Kapselzuwachs bei Notothylas ist aequivalent dem Stielwachsthume der Jungermanniaceen, wobei es aber freilich wieder zweifelhaft bleibt, ob wir den unteren Theil der Notothylaskapsel als einen fertil gewordenen Kapselstiel der Jungermanniaceen oder umgekehrt diesen als einen steril gewordenen Theil jener deuten sollen.

Dieser aus dem Baue der Kapsel und aus deren Entwicklung abgeleiteten Ansicht betreffs der Verwandtschaft der Anthoceroteen und Jungermanniaceen steht die scheinbar so differente Ausbildung der Geschlechtsorgane entgegen. Bezüglich der Antheridien habe ich aber schon oben bemerkt, dass sie in ihrer Entwicklung den Jungermanniaceentypus zunächst stehen, und habe namentlich auf *Dendroceros* hingewiesen. Freilich werden die der Anthoceroten endogen angelegt, aber es ist kaum zweifelhaft, dass sie ursprünglich exogener Entstehung waren und dass erst die frühe unmittelbar nach der Anlage erfolgte Versenkung in das Gewebe, wie es dermalen noch bei Riccien ja selbst noch unter typischen Jungermanniaceen (*Pellia* z. B.) vorkommt, endlich dazu geführt hat, auch ihre Anlagen in Innenzellen zu verlegen. Auch möchte dafür der Umstand sprechen, dass selbst bei *Anthoceros* ausnahmsweise exogene Anlage von Antheridien beobachtet werden kann.*)

*) Vergl. den speciellen Theil.

Digitized by Google

Diese Erwägungen gelten auch für die Archegonien, die ja ohnedies aus Oberflächenzellen entstehen und deren Anlage, wie schon oben erwähnt wurde, von der bei den übrigen Lebermoosen nicht wesentlich verschieden ist.

Die Bildung der Hülle hängt nun mit dieser Ausbildung der Archegonien innig zusammen. Da nämlich in Folge des Versenktbleibens der Archegonmutterzelle auch die späteren Wandzellen des Archegons mit den umgebenden Thalluszellen im Gewebeverbande blieben, konnte eine gesonderte Calyptra nicht mehr entwickelt werden, diese musste mit dem auf den umgebenden Thalluszellen entstandenen Gewebe (vielleicht einem ursprünglichen Involucrum, wie bei vielen anakrogynen Jungermanniaceen) zu einem Gebilde zusammenschmelzen. Die Verschiedenheiten zwischen der Hülle der Anthoceroteen und etwa der bei *Trichocolea**), wo ja auch, trotz der früheren freien Lage des Archegoniums, eine Calyptra als gesondertes Gebilde nicht vorhanden ist, halte ich auch für kaum grösser, als etwa zwischen der Hülle dieser letzteren Gattung und dem zunächst verwandten *Ptilidium*, wo wieder Calyptra und Perianthium als vollkommen selbstständige Bildungen vorhanden sind.

Ist nun, wie ich eben wahrscheinlich zu machen suchte, *Notothylas* als eine mit den Jungermanniaceen (beziehungsweise den Riellen) zusammenhängende Form (ob Primitivform oder abgeleitete, bleibe dahingestellt!) zu betrachten, so gilt diess selbstverständlich für alle Anthoceroteen, die ja mit *Notothylas* zunächst verwandt sind, und zweifellos aus einer ähnlichen Form hervorgegangen sind. Die anfangs durch den ganzen Sporenraum gleichmässig vertheilten und unter sich zusammenhängenden sterilen Zellen vereinigten sich zuerst in der Axe der Kapsel zu einem Zellstrange, dessen Elemente aber von den übrigen steril bleibenden Zellen noch nicht verschieden waren. Wie oben erwähnt, findet sich diese Kapselform ja noch bei Notothylas vor. Ein weiterer Schritt ist dann vielleicht der gewesen, wo die den axilen Strang bildenden Zellen sich auch in verschiedener Weise ausbildeten, als die ausserhalb desselben gelegenen und im Sporenraum zerstreuten. Wahrscheinlich ist auch diese Form noch bei Notothylas vorhanden und ich erinnere an die oben beschriebenen Kapseln, welche eine der Gattung Anthoceros ähnliche Ausbildung der Columella zeigen.

Bei *Notothylas* dauert in der Regel das basilare Wachsthum der Kapsel nur kurze Zeit und hört (wahrscheinlich in Folge des Absterbens des unteren Stielendes**) bald auf, so dass die Kapseln nur eine geringe Länge erreichen. Es wäre ja möglich, dass gerade in Folge des lange Zeit dauernden Kapselzuwachses und zwar gerade in den durch den Zuwachs hinzugekommenen (nicht ursprünglich angelegten) Partien die Differenzirung der Columella endlich zu dem bei Anthoceros zu beobachtenden Typus fortschritt und dieselbe also nicht mehr durch Differenzirung im Sporenraume sondern selbstständig angelegt, die Sporenbildung also noch weiter nach der Peripherie gerückt wurde. Es könnte dafür vielleicht die Beobachtung sprechen, dass jene mit einer so mächtigen und scharf differenzirten Colu-

*) Heft II, pg. 62.

**) Wie es auch bei den Riellen vorkommt.

Digitized by Google

mella versehenen Notothylaskapseln sich durch eine auffallende Länge auszeichneten, der basilare Zuwachs bei ihnen also viel längere Zeit andauerte. Es wäre ja möglich, dass in diesen Kapseln der primäre, d. i. ursprünglich angelegte Sporenraum in der Weise wie bei den columellalosen, das ist aus den primären Innenzellen gebildet wird und dass erst beim intercalaren Längenwachsthume (d. i. nach meiner Vorstellung bei der Einbeziehung des Stieles in die Kapselbildung) die Sporenbildung in die den axilen Strang umgebende Zellschichte verlegt und derselbe seiner Gänze nach zur Columella werde. Es würden solche Kapseln dann gewissermassen eine Combination zwischen der typischen Notothylaskapsel und der von Anthoceros darstellen.

Es ist selbstverständlich, dass damit nur eine Möglichkeit ausgesprochen sein soll; und ich habe diese hier nur desshalb angeführt, um spätere Forscher, die über geeignetes Untersuchungsmaterial verfügen, aufmerksam zu machen, auch auf diesen Punkt ihre Untersuchungen zu richten.

Mag es sich nun mit den Kapseln letzterer Art wie immer verhalten, so viel ist unumstösslich sicher, dass es bei derselben Notothylasart columellalose und columellaführende Kapseln gibt, dass bei ersterer Form der Sporenraum wie bei den übrigen Lebermoosen angelegt und dass bei der gewöhnlichen Form der letzteren*) die Columella erst secundär — in Folge einer späteren Differenzirung innerhalb des Sporenraumes — gebildet wird.

Bildet so *Notothhylas* durch seine columellalosen Kapseln den Uebergang zu den übrigen Lebermoosen**), so vermittelt es aber anderseits durch die columellaführenden den Anschluss an die Laubmoose. Denn auch bei diesen entsteht ja, wie bekannt, die Columella in Folge einer secundären Differenzirung innerhalb des Sporenraumes („Endotheciums"), und dass dieser in der That ursprünglich in seiner Gänze der Sporenbildung diente, dafür spricht wohl auch der Umstand, dass in abnormen Fällen in der That grössere oder kleinere Partieen der Columella in die Sporenbildung mit einbezogen werden.

II. Specielle Untersuchungen.

1. Anthoceros. Taf. I.

Reformirt von Gottsche in „Uebersicht und kritische Würdigung etc." in Bot. Zeitg. 1858.

Es gibt wohl kaum eine zweite Pflanzengattung, welche so oft und so vielseitig wäre untersucht worden, als *Anthoceros,* und es gehört daher auch der häufigste und fast ausschliesslich der Untersuchung unterworfene Repräsentant dieser Gattung, *A. laevis* jeden-

*) Wo die Columellazellen den im Sporenraume vertheilten sterilen Zellen gleichen, und sich leicht von einander trennen.

**) Denen also die Anthoceroteen als zwar selbstständiger, aber mit den Jungermanniaceen genetisch zusammenhängender Tribus zugetheilt bleiben müssen.

Digitized by Google

falls zu den best gekannten Pflanzen. Die günstigen Verhältnisse, welche sich in der Kapsel für Erforschung der Vorgänge bei der Sporenbildung vorfinden: die Durchsichtigkeit der Sporenmutterzellen und die succedane Entwicklung derselben, welche es möglich macht, auf einander folgende Zustände auf einmal zu überblicken — brachten es mit sich, dass beim Studium der Vorgänge bei der Zelltheilung immer wieder auf diese Pflanze zurückgegriffen wurde. Mohl, Nägeli, Schacht, Hofmeister, Strasburger und Andere haben sich mit diesem Objecte beschäftigt, und namentlich des Ersteren mustergiltige, für die Lehre von der Pflanzenzelle so wichtige Abhandlung über diesen Gegenstand, wird Anfänger wie Geübtere immer wieder nach dieser Pflanze greifen lassen.

Mit der genauen Kenntniss dieses einen Entwicklungsvorganges der Pflanze hatte aber die Kenntniss der übrigen nicht gleichen Schritt gehalten, und selbst bezüglich des Baues der Kapsel beschränkte sich dieselbe auf wenig mehr als die Constatirung des Vorhandenseins einer Columella und von elaterenähnlichen Zellen, und selbst die an der Oberhaut befindlichen so auffälligen Spaltöffnungen wurden erst mehrere Jahre nach dem Erscheinen der Mohl'schen Abhandlung von Mettenius entdeckt.

Erst Hofmeister's bahnbrechende Untersuchungen, die, mit Ausnahme der Sporenkeimung, sich auf alle übrigen Entwicklungsvorgänge der Pflanze erstreckten, vermittelten eine genauere und allseitige Kenntniss derselben. Die Art des Scheitelwachsthumes wurde von ihm im Allgemeinen richtig geschildert; er erkannte die endogene Anlage der Antheridien und den eigenthümlichen von dem aller übrigen Lebermoose abweichenden Bau der Archegonien; irrte aber bezüglich der ersten Entwicklungsstadien dieser Organe und namentlich des Sporogons, dessen Columella er als spätere Differenzirung aus ursprünglich gleichförmigem Gewebe ansah. Nach Hofmeister hat nun weiters fast jeder Entwicklungsvorgang der Pflanze und jedes Organ derselben eine eigene Bearbeitung erfahren. Janczewski entdeckte die, merkwürdiger Weise trotz ihrer so leichten Sichtbarkeit selbst von Hofmeister übersehenen Spaltöffnungen an der Ventralseite des Laubes, erkannte die eigentliche Natur der früher als Brutknospen gedeuteten dunkelgrünen Kugeln als Nostoccolonien, und studirte die Anlagestadien der Archegonien; Waldner erforschte Anlage und Entwicklung der Antheridien, Grönland beobachtete die Keimung der Sporen, und ich beschrieb die Entwicklung des Sporogons und den Bau und die Entstehung der Nostoccolonien.

Alle diese Studien ergänzten und corrigirten die Hofmeister'schen Angaben in nicht unbeträchtlicher Weise, und hatten vor Allem das Ergebniss, dass man sich immer mehr der Annahme zuneigte, es seien die Anthoceroteen von den übrigen Lebermoosen nicht weniger abweichend, als die Laubmoose, und sie müssten daher als eine selbstständige, jenen beiden Gruppen coordinirte Abtheilung betrachtet werden.

Ich habe die Gründe, welche für und gegen diese Anschauung sprechen, schon im allgemeinen Theile erörtert und ich brauche hier nicht mehr darauf einzugehen.

Digitized by Google

So weit meine Untersuchungen reichen, stimmen alle Arten der Gattung Anthoceros im Wachsthume ihrer Laubachsen durchaus überein. Der meist halbkreisförmige, aber sich öfters fast bis zu einem Kreise schliessende Thallus zeigt in seinem ganzen Umfange zahlreiche Scheitel, welche je nach der Ueppigkeit des Wachsthumes derselben bald in einer ziemlich tiefen Einbuchtung bald nur in einer ganz seichten Ausrandung gelegen sind. Der Scheitelrand wird eingenommen durch eine Reihe von Zellen, die sich nach dem Typus der keilförmigen Scheitelzelle*) theilen. Ich will hier die Frage, ob eine derselben, wie es die Theorie verlangt, als Vegetationsscheitelzelle zu deuten sei, nicht weiter erörtern. Es kann dies um so mehr unterlassen werden, als auch bei Annahme einer solchen eine klarere Einsicht in die Vorgänge bei Anlage von Organen (Geschlechtsorgane, Rhizoiden, etc.) nicht gewonnen wird. Es verhalten sich nämlich die den Scheitelrand bildenden Zellen nicht allein in Bezug auf ihre dem Thalluszuwachs zu Gute kommenden Theilungen durch längere Zeit durchaus gleich; sie zeigen sich auch in Bezug auf Anlage der Geschlechtsorgane nicht verschieden, indem oft eine ganze Querreihe solcher Zellen in jedem ihrer durch eine schiefe Theilung gebildeten dorsalen Segmente ein Archegon anlegt (Taf. I, Fig. 13), ein Unterschied in ihnen also auch in dieser Beziehung nicht hervortritt. Wir können also die den Rand der Scheitelfläche einnehmenden Zellen als gleichwerthig ansehen, und wollen die aus ihnen durch die abwechselnd nach der Rücken- und der Ventralseite geneigten Wände abgeschnittenen Zellen als dorsale und ventrale Segmente bezeichnen. (Vergl. Taf. I, Fig. 25.)

Jedes dieser Segmente zerfällt durch eine der Oberfläche parallele Wand in eine Innen- und eine Aussenzelle. Aus der Gesammtheit jener geht der mittlere Theil des Thallusgewebes hervor, der von den beiderseits nach der Oberfläche hin liegenden Schichten durch etwas verlängerte Zellen unterschieden ist, ohne jedoch von ihnen scharf abgegrenzt zu sein. In diesen Zellen treten auch vor allem die an älterem Thallusgewebe so häufig zu beobachtenden Verdickungen ein, welche meist in Form von netzförmig vertheilten, weitere und engere Maschen umschliessenden, Leisten erscheinen, manchmal aber ganz entschieden eine spiralige Anordnung erkennen lassen.

Ein höheres Interesse, als diese Innenzellen erregt das Verhalten der Aussenzellen, da ja aus ihnen alle in der Thallusoberfläche gelegenen Organe hervorgehen; also an der Ventralseite die Spaltöffnungen (und Rhizoiden), an der Dorsalseite die Geschlechtsorgane.

Ich bespreche zuerst die Entstehung der Spaltöffnungen:

Die Spaltöffnungen finden sich an verschiedenen Individuen und den verschiedenen Scheiteln derselben in höchst ungleicher Anzahl und Vertheilung. Wenn man nämlich einerseits höchst selten einen Scheitel findet, wo sie ganz fehlen, so ist doch ihre Zahl in der Regel eine ganz geringe und es kommt nur selten vor, dass man in der Scheitelpartie

*) Heft III, pg. 8.

Digitized by Google

mehr als zwei oder drei derselben findet. So verhält es sich mit den am natürlichen Standorte gewachsenen Pflanzen. An den in Cultur gezogenen Trieben aber, und zwar wieder nur an denen, die vom Substrate weg frei nach aufwärts wachsen, finden sie sich in viel grösserer und manchmal in überraschend reicher Zahl, und ich habe in Fig. 24 ein solches Object abgebildet. In Bezug auf ihre Vertheilung ist eine Regelmässigkeit nicht wahrzunehmen, nur so viel ist sicher, dass sie in ihrer gegenseitigen Lagerung von der der dorsalen Segmente abhängig sind, in denen sie bald nach der Abscheidung ihrer ersten Aussenzellen entstehen. In Fig. 24 zeigen die drei rechts und in einer Querreihe gelegenen Spaltöffnungen ihre Beziehung zu den dorsalen Segmenten auf das Auffälligste. Die beiden eine Spaltöffnung bildenden Schliesszellen entsprechen in ihrer Umgrenzung der Aussenfläche eines Segmentes, und Fig. 14 zeigt, dass die Spaltöffnung die ganze Tiefe der primären Aussenzelle durchsetzt, also bis an die Innenzelle reicht. Daraus ergibt sich, dass die beiden Schliesszellen unmittelbar aus der primären Aussenzelle hervorgehen, und somit auch unter sich Schwesterzellen sind. Da die dieselben bildende Wand (erste Theilungswand der Aussenzelle) mehr weniger genau eine Längswand ist, so liegen die beiden ursprünglichen Schliesszellen im Scheitel n e b e n einander. Ganz in gleicher Weise theilen sich aber auch jene Aussenzellen, in denen später eine Spaltenbildung nicht eintritt. Daraus folgt, dass der Theilungsschritt, welcher zur Bildung der beiden Schliesszellen führt, kein für die Spaltöffnungbildung charakteristischer ist, eben so wenig als die, als Mutterzelle der beiden Schliesszellen fungirende Aussenzelle durch einen bestimmten, in anderen Segmenten nicht stattfindenden Theilungsmodus angelegt wird. Dadurch aber unterscheidet sich die Bildung der Spaltöffnungen bei *Anthoceros* wesentlich von der bei den Gefässpflanzen, wo schon die Mutterzelle der beiden Schliesszellen in Folge eines bestimmten Theilungsvorganges entsteht, und wo die sie später theilende Wand in jedem Falle zur Bildung der beiden Schliesszellen führt. Ein weiterer Unterschied besteht aber auch darin, dass bei *Anthoceros* die beiden ursprünglichen Schliesszellen noch weitere ganz unregelmässige und in Lage und Zahl wohl nur vom Gesammtwachsthum des betreffenden Thallustheiles abhängige Theilungen erleiden. So kommt es, dass, während die jungen Spaltöffnungen in Gestalt so ziemlich übereinstimmen, sie in dem Maasse, als sie aus dem Scheitelpunkt herausrücken, einander unähnlicher werden, sowohl was die Form und Grösse der Spalte betrifft, als auch hinsichtlich der Zahl und Form der die letztere umgrenzenden Zellen.*)

Eine von mir übrigens nur Einmal beobachtete Abweichung zeigt Fig. 24 an der am meisten nach links gelegenen Spaltöffnung: Hier führen in e i n e n Intercellularraum zwei Oeffnungen. Es lässt sich dies kaum anders erklären, als in der Weise, dass nach Bildung einer normalen Spaltöffnung in der Aussenzelle eines Segmentes (es wäre diess die

*) Man vergl. die Figuren in meiner Abhandlung: Die Nostoccolonieen im Thallus der Anthoceroteen. Sitzber. der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd. LXXVII.

Digitized by Google

obere dem Scheitel nähere Oeffnung) eine secundär aufgetretene an den Spaltenrand sich ansetzende Theilungswand sich neuerdings gespalten hätte.

Der der Athemhöhle der Spaltöffnung höherer Pflanzen entsprechende Intercellularraum ist der zuerst gebildete Theil des Organes. Er ist vom Anfange an mit einem hyalinen Schleim erfüllt und könnte vielleicht am besten als „Schleimhöhle" bezeichnet werden, wie es auch zweckmässig wäre, diese Schleim secernirenden Spaltöffnungen, entsprechend den Ausdrücken: Luftspalten, Wasserspalten, als „Schleimspalten" zu bezeichnen. Ich möchte auch glauben, dass in der Schleimsecretion die physiologische Bedeutung dieser Gebilde liegt, welche hier, anstatt der fehlenden Keulenhaare, die bei anderen Lebermoosen den Scheitel in Schleim einhüllen, derselben Function vorstehen. Wir werden es darnach auch verständlich finden, warum die Spaltöffnungen, sobald sie in grössere Entfernung vom Scheitel zu liegen kommen, in dieser Weise zu functioniren aufhören. In dem Maasse nämlich, als mit dem Herausrücken der Schleimspalten aus der Scheitelregion die weiteren Theilungen in den Schliesszellen fortschreiten, wird die Umgrenzung der Spalte undeutlicher. Durch die nun folgende Gewebestreckung wird aber auch die Spalte erweitert und das ganze Organ stellt dann später eine mehr weniger flache Mulde dar, die endlich ganz unkenntlich wird, wozu selbstverständlich der dichte Rhizoidenfilz, der an älteren Thallustheilen sich in so reichem Maasse entwickelt, nicht wenig beiträgt.*)

Die Veränderungen, welche die Schleimspalte, erleidet, wenn sich in derselben Nostoc ansiedelt und die Betheiligung des Thallus bei der Bildung der Nostoccolonie habe ich schon an anderen Orten **) ausführlich geschildert. Ich will hier nur das Wesentlichste hervorheben.

Die Infection erfolgt immer an ganz jungen Organen, indem ein Nostocfaden durch die Spalte in die Schleimhöhle eindringt. Sie kann aber wahrscheinlich auch durch einzelne Nostoczellen erfolgen, welche bei weiterer Oeffnung der Spalte (wohl passiv bewegt, ähnlich anderen heterogenen Körpern, die man öfter in solchen Höhlen findet) eingeführt werden können.***) Bei einigen Anthocerosarten mit weiteren und auch an älteren Thallustheilen noch erkennbaren Spalten wie *A. vicentianus* (ebenso bei Notothylasarten) findet man oft einzelne grössere oder ein ganzes Nest kleinerer Diatomaceen die Höhle erfüllend und bei der genannten Art fand ich mehrere Male ein Bündel uhrfederartig aufgerollter Oscillariafäden die bedeutend erweiterte Höhle erfüllend. Was aber die Infection durch Nostoc ganz wesentlich von der durch andere Organismen unterscheidet, ist die Einwirkung, welche dieser Organismus auf das Gewebe von Anthoceros ausübt. In keinem anderen Falle ist an

---

*) An den aufrechtwachsenden schmächtigen Culturtrieben ist auch die Haarbildung eine sehr geringe, und es gelingt in Folge dessen ohne Schwierigkeit, die Spalten auch an älteren Thallustheilen aufzufinden.

**) Man vergleiche: Die Nostoccolonieen etc. l. c.

***) Vergleiche: Nostoccolonieen etc. pg. 3 et seq.

Digitized by Google

diesem irgend welche active Veränderung je zu beobachten. Selbst bei Infection mit der so nahe verwandten Oscillaria ist höchstens eine passive Veränderung zu beobachten, insoweit nämlich als die Schleimhöhle wie der Spalt bedeutend ausgedehnt erscheinen, was, wie ich glaube, und schon erwähnt habe, daher rührt, dass die uhrfederartig eingerollten Fäden in Folge ihrer Elasticität zerrend auf das umliegende Gewebe einwirken. Ist aber die Infection mit Nostoc erfolgt, so beginnt sogleich, in den umliegenden Zellen namentlich und zuerst in den Schliesszellen ein rascher Theilungsprocess, in Folge dessen die Spalte geschlossen wird. In dem Maasse als sich nun Nostoc vermehrt, wachsen die Wandzellen der Schleimhöhle zu Schläuchen aus, die sich verzweigend und rasch theilend, endlich unter sich und mit den zwischen ihnen befindlichen Einwanderern in so innige Berührung treten, dass es allerdings den Anschein hat, als ob ein echtes Parenchymgewebe vorhanden sei, in dessen Intercellularräumen Nostoc angesiedelt wäre.

Bei unseren einheimischen Anthocerosarten wollte mir auch die Darstellung und Freipräparirung der Schläuche nie recht gelingen. Wenn man nämlich mässig dünne Schnitte nach dem Schulze'schen Macerationsverfahren etwas macerirt, dann auswäscht und mit einem feinen Pinsel betupft, so gelingt es, den grössten Theil der Nostoczellen zu entfernen. Die zurückbleibenden Gewebezellen aber hängen unter sich noch fest zusammen, erscheinen ziemlich isodiametrisch und polyedrisch, und ihr Zusammenhang zu Schläuchen tritt nicht hervor. Wohl aber ist diess der Fall bei *Anth. vicentianus* und namentlich bei Dendrocerosarten, von denen wieder meiner Erfahrung nach *D. crispus* diese Verhältnisse weitaus am schönsten zeigt.

Der Bau der Nostockugeln ist also bei Anthoceros ganz derselbe, wie bei *Blasia*, wo ja die früher auch von mir für eine einzige verzweigte Zelle gehaltenen Schläuche später als gegliedert erkannt wurden. Ein Unterschied besteht nur darin, dass bei *Blasia* *) dieselben einen gemeinsamen Ausgangspunkt haben, also sämmtlich durch Auszweigung einer einzigen bestimmten Zelle entstehen, während hier alle Zellen der Wandfläche des Hohlraumes zu deren Bildung befähigt sind.

Die Anthocerosarten sind, soweit meine Beobachtungen reichen, monöcisch. In der Regel stehen Antheridien und Archegonien ohne bestimmte Ordnung durcheinander. Oefters aber tritt an einem Individuum ein Geschlecht (das weibliche) in überwiegender Menge auf, und manchmal findet man, dass einzelne Thallomlappen nur eingeschlechtig sind, wenn auch an den übrigen Lappen derselben Pflanze beide Arten von Organen durcheinander stehen. Für die *Antheridien* hatte schon Hofmeister**) die endogene Entstehung nachgewiesen. Nach seinen Angaben bilde sich nahe der Vegetationsspitze durch Abheben der obersten Zellschichte ein linsenförmiger mit wässriger Flüssigkeit erfüllter Intercellularraum. In diesen

*) Vergl. Heft I, pg. 22.
**) Vergl. Untersuchungen pg. 4.

Digitized by Google

hinein wüchsen nun einzelne Zellen der ihn nach innen begrenzenden Zellschichte zu Papillen aus — welche die Mutterzellen der Antheridien darstellen. Bezüglich des Aufbaues der Antheridie glaubte Hofmeister, dass die Antheridienmutterzelle länger dauerndes Spitzenwachsthum zeige, das (entweder vom Anfange an oder nach vorausgegangener ein- bis zweimaliger Quertheilung) mit zweischneidiger Scheitelzelle erfolge. Da jedes Segment nun durch eine Radialwand getheilt wird, „entsteht ein kurzer keuliger Zellgewebscylinder, aus vier Zellreihen zusammengesetzt." Eine dieser nahe dem Scheitel gelegenen Zellen scheide nun durch tangentale Theilung eine Innenzelle ab, welche die Mutterzelle sämmtlicher Samenbläschen darstellt.

Diese Angaben wurden durch die Untersuchungen Waldner's*) in mehreren Punkten berichtigt. Es zeigte sich, dass die Antheridienmutterzelle allerdings endogener Entstehung, die Bildung des Intercellularraumes aber ein secundärer Vorgang sei, der erst mit dem Beginne der Theilungen in der Antheridienmutterzelle eintrete. Bezüglich des Aufbaues des Antheridiums ist es richtig, dass in einem gewissen Stadium dasselbe einen aus mehreren Stockwerken quadrantisch gelegener Zellen bestehenden Zellkörper darstellt. Es baut sich derselbe aber nicht durch Spitzenwachsthum auf, sondern durch intercalares. Die Antheridienmutterzelle zerfällt nämlich durch sich unter rechten Winkeln kreuzende Längswände, in vier neben einanderliegende Zellen, die nun durch (anfangs) basipetal fortschreitende Quertheilungen gegliedert werden. Das oberste Stockwerk und das diesem angrenzende, aber weit niedrigere, also flach scheibenförmige (öfters noch ein ähnliches darauf folgendes) werden zum Körper des Antheridiums, und es vollzieht sich in allen Zellen sogleich die Differenzirung von Wand- und Innenzellen, aus welchen letzteren die Samenbläschen hervorgehen.

Diese Untersuchungen wurden besonders für die ersten Stadien an einer Neu-Seeländischen Anthocerosart (*A. Vicentianus*?) gemacht, wo in jeder Höhlung immer nur ein Antheridium angelegt und entwickelt schien. Bei Wiederaufnahme der Untersuchungen handelte es sich also vor allem darum, zu erforschen, wie die Anlage mehrerer Antheridien (deren nach Hofmeister bis zu zwanzig in einer Höhle angelegt werden können) erfolge, es war aber auch die noch unerledigt gebliebene Frage zu beantworten, wie die Antheridienmutterzelle aus dem Segmente entstehe, welcher morphologischer Werth ihr also diesbezüglich zukomme. Liesse sich der letztere nämlich vollkommen genau feststellen, so war auch jeder immerhin noch mögliche Zweifel bezüglich der endogenen Anlage durchaus beseitigt. Es schien uns denn noch immer möglich, dass die Antheridienmutterzelle anfangs oberflächlich gelegen sei und erst später überwachsen werde, was aber selbstverständlich ungemein nahe am Scheitelrande stattfinden müsste.

Bezüglich des ersteren Fragepunktes war schon die Thatsache bekannt, dass die Insertionspunkte sämmtlicher Antheridien einer Gruppe sehr nahe beisammen liegen, und

*) Entwicklung des Antheridiums von Anthoceros. Sitz. Ber. der Wiener Akad. Bd. LXXV.

Digitized by Google

dass Antheridien verschiedenen Alters dicht neben einander sich finden. Es war also a priori nicht unwahrscheinlich, dass die Mutterzellen sämmtlicher Antheridien einer Gruppe der Theilung einer Urmutterzelle ihre Entstehung verdanken, die in anderen Fällen — wie an der früher untersuchten Neuseeländischen Art — in ihrer Gänze eine einzige Antheridie bildet.

Bezüglich der Anlage zweier Antheridien konnten wir diese Vermuthung bestätigen. Dieselben werden durch Längstheilung einer Zelle angelegt, die in Form und Lage vollkommen mit der übereinstimmt, wie sie bei anderen Arten das einzige Antheridium bildet. Die Lage dieser Theilungswand stimmt durchaus mit der Lage der ersten Theilungswand eines Antheridiums überein, und es gleicht die einmal längsgetheilte Antheridie so sehr der Anlage eines Antheridien-Paares, dass man öfters unsicher ist, ob man den einen oder den andern Fall vor sich habe. In Fig. 17 ist ein solches Stadium abgebildet, und nur die etwas breitere Insertion und vor allem die Scheitelansicht, welche deutlich die gesonderten kopfartigen Hervorwölbungen beider Anlagen zeigte, verschaffte darüber Gewissheit, dass wir die Anlagen zweier Antheridien vor uns hatten. Schon gesonderter von einander sehen wir die beiden Antheridien in Fig. 18, und die Spitzenansicht zeigte in jedem derselben die Kreuztheilung, ein Beweis, dass in jeder der beiden Anlagen die selbstständige Entwicklung ihren Anfang genommen.*)

Diess Alles, so glauben wir, berechtigt uns zu der Annahme, die Anlage zweier Antheridien als einen Verzweigungsvorgang aufzufassen, der mit dem Auftreten der ersten Längstheilung der ursprünglichen Antheridienmutterzelle eingeleitet wird, oder mit anderen Worten: die beiden Antheridienmutterzellen sind Schwestern, hervorgegangen durch Theilung einer Urmutterzelle, die aber in anderen Fällen directe und ohne frühere Verzweigung zur Antheridie sich entwickeln kann. Ist diese Deutung des bei Anlage zweier Antheridien sich vollziehenden Vorganges die richtige — und wir wissen keine Gründe, welche dagegen sprechen würden — so wird sie auch bezüglich der Anlage mehrerer Antheridien angewendet werden können. Denn, in jedem Falle wiederholt sich ja in dem, einem selbstständigen Entwicklungsgesetze folgenden Zellenpaare wieder die Längstheilung, die, wo keine Verzweigung damit angelegt wird, als erste Theilung der Antheridie erscheint, im anderen Falle aber als Theilungs- (Dichotomirungs-) Wand eine weitere Verzweigung einleitet. Wir erklären uns in dieser Weise ganz leicht die ausnahmslos vorkommende gemeinsame Insertion sämmtlicher Antheridien einer Gruppe (die also nach unserer Anschauung sämmtlich aus einer Urmutterzelle hervorgehen), eben so aber auch das ungleiche Alter derselben, da ja in dem einen Zweige sogleich die Antheridienbildung beginnen kann, während in einem andern die ersten Theilungen noch weitere Verzweigungen einleiten.

Es ist zweifellos möglich, die Richtigkeit dieser Vermuthung durch directe Beobachtung zu prüfen. Es ist uns dies, trotz vieler Mühe, die wir darauf verwendeten,

*) Man vergl. die Zeichnungen in Waldner's oben citirter Abhandlung.

Digitized by Google

nicht gelungen, da vollkommen geeignete Altersstadien nicht zur Beobachtung gelangten, die aufzufinden denn doch eigentlich nur Sache des Zufalles sein muss, da bei eigens nur zur Beantwortung dieser Frage angestellten Untersuchungen die Summe der möglicher Weise zu verwendenden Zeit und Mühe in keinem Verhältnisse zur Wichtigkeit des Resultates stehen würde.

Auch die zweite Frage, wie nämlich die Antheridienmutterzelle aus dem Segmente entstehe, können wir nicht mit voller Sicherheit beantworten. In dem Stadium nämlich, wo die Antheridienmutterzelle bestimmt als solche erkannt werden kann, sind die Segmentgrenzen namentlich nach der Ventralseite hin, nicht mehr genau erkennbar. Die Stadien, wie sie von Waldner in Fig. 1 und 2 seiner oben citirten Abhandlung dargestellt wurden, und denen sich Fig. 17 unserer Tafel anschliesst, sind so ziemlich die jüngsten, in denen man überhaupt noch die Antheridienmutterzelle als solche erkennt. Aus diesen und ähnlichen Bildern geht so viel hervor, dass die Antheridienmutterzelle eine Theilzelle eines dorsalen Segmentes ist, und dass die dieselbe an der Dorsalseite deckenden (2—3) Schichten aus einer hervorgehen. Wahrscheinlich ist es weiter, dass aus dem dorsalen Segmente vor Anlage der Antheridienmutterzelle eine Innenzelle abgeschnitten wird, dass in der so gebildeten Aussenzelle durch auf ihrer Aussenfläche senkrechte Theilungen mehrere neben einander liegende Aussenzellen entstehen, und dass nun aus einer von diesen durch eine der Aussenfläche parallele Wand die zur Decke des Hohlraumes werdende Zelle von der (inneren) Antheridienmutterzelle abgeschnitten wird. Ist dies richtig, dann ist selbstverständlich die Entstehung der Antheridien endogen; ein Vorgang, der in der ganzen Gruppe der Muscineen nirgends mehr vorkommt.

Es wäre aber noch immerhin möglich, dass die Anlage denn doch oberflächlich erfolge. Es ist einmal unzweifelhaft, dass in gewissen Fällen Antheridien auch oberflächlich gebildet werden können. An den schmächtigen, in der Zimmercultur gewachsenen Trieben von *A. laevis* und *punctatus* finden sich nämlich die Antheridiengruppen gar nicht so selten im Grunde muldenförmiger Vertiefungen, die nachweisbar nicht durch Zerreissen der Deckschichten (wie in normalen Fällen) aus ursprünglich ringsum geschlossenen Höhlungen entstanden waren. Denn es fanden sich einmal die Antheridien solcher Gruppen, entsprechend ihrer geringen Entfernung vom Scheitel in noch ganz unreifem Zustande (waren erst bis zur Differenzirung der Innenzellen vorgeschritten), es setzte sich aber weiters die oberflächliche Zellschicht des Laubes continuirlich in die Mulde hin fort. In anderen Fällen war allerdings eine im Laube versenkte Höhlung gebildet, sie mündete aber an der Dorsalfläche in eine in die Länge gezogene, gewiss nicht durch Zerreissen des Gewebes gebildete Spalte und einmal beobachteten wir bei einer derartig ausgebildeten Antheridienhöhle das eine Antheridium ganz in der Höhle verborgen, das andere aber auf einem auffallend verlängerten Stiele aus der Spalte hervorragend. Es ist wohl kein Zweifel, dass in allen diesen Fällen die Antheridien in oberflächlichen Zellen angelegt wurden, wie aber

Digitized by Google

diese Bildungen mit den normalen zusammenhängen, bleibt ungewiss. Es könnte nämlich in solchen abnormen Fällen die Abscheidung der zur Decke der Höhlung werdenden Zellen unterbleiben und somit die exogene Entstehung an sich schon abnorm sein, es könnte aber auch (und vielleicht in Folge der starken Längsstreckung) nur die Ueberwachsung (Versenkung) der Antheridienmutterzelle unterblieben sein, die in den gewöhnlichen Fällen die oberflächlich gelegene Antheridienmutterzelle erleidet.

Sollte der letztere Vorgang in der Wirklichkeit stattfinden (was aber kaum wahrscheinlich ist), dann müsste die Ueberwachsung allerdings sehr früh und wahrscheinlich zu einer Zeit stattfinden, wo die Antheridienmutterzelle als solche nicht erkannt werden kann.

Die Anlage und der Aufbau des Archegons wurden von Janczewski*) studirt: Die Anlage desselben geschieht in einem dorsalen Segmente unmittelbar nach Abscheidung der ersten Innenzelle (Vergl. pg. 13 und Fig. 25). An vegetativen Segmenten zerfällt die so entstandene Aussenzelle durch eine ihrer grund- und ebenso ihrer scheitelsichtigen Seitenwand unter rechten Winkeln aufgesetzte (Längs-) Wand in zwei neben einander liegende Zellen, die dann senkrecht auf der früheren Theilungsrichtung halbirt werden, so dass nun die ursprüngliche Aussenzelle in vier quadrantisch gelegene Oberflächenzellen getheilt erscheint. In der archegonienbildenden Aussenzelle verläuft aber die erste Theilungswand zwischen ihrer grund- und scheitelsichtigen Seitenwand in schiefer Richtung**) (Fig. 13, Wd. 1), und in der grösseren der so gebildeten Zellen folgen nun zwei weitere Theilungen (Wd. 2 und 3), welche zu dem Resultate führen, dass die ursprüngliche Aussenzelle nun in eine mittlere (Fig. 13 a, a, b, c) und drei peripherische Zellen zerlegt erscheint. Es wurde schon von Janczewski darauf aufmerksam gemacht, dass dieser Theilungsvorgang ganz dem entspricht, wie er bei den übrigen Moosen die Bildung des Archegons einleitet, und dass bis zur Erreichung dieses Entwicklungsstadiums der Unterschied eigentlich nur darin besteht, dass hier die Archegonmutterzelle im Thallusgewebe versenkt bleibt. Die nun folgende Verdopplung der drei peripherischen Zellen durch Radialwände, die Spaltung der so entstandenen sechs Zellen durch Tangentalwände (ein Vorgang, der sich wiederholen kann, die zugleich eintretende Bildung zweier Stockwerke — lauter Vorgänge, welche von Janczewski genau beschrieben wurden — erkennt man vollkommen deutlich durch Vergleichung der Fig. 13 und 14, und es wäre überflüssig, darauf weiter einzugehen. Bezüglich der mittleren Zelle möchte ich jedoch darauf aufmerksam machen, dass nach ihrer ersten Quertheilung, durch welche die Centralzelle abgeschnitten wird (Fig. 14), in der oberen Zelle sogleich die Abscheidung der Deckelzelle erfolgt, dass also in dem Stadium, wo die mittlere Zellreihe aus drei Zellen besteht, schon Central- und Deckelzelle differenzirt erscheinen; dass somit die Reihe von (bis 12) Hals-

*) Bot. Zeitung 1872, Nr. 22.

**) In seltenen Fällen kann sie auch als Querwand erscheinen (Fig. 13 a im Archegon c).

Digitized by Google

canalzellen (so wie bei den übrigen Lebermoosen) durch Theilung einer zwischen Central- und Deckelzelle gelegenen Zelle hervorgeht, der Halscanal also auch hier durch intercalare Theilung aufgebaut wird. Der Vorgang bei Theilung der Deckelzelle bedarf noch einer weiteren Betrachtung: Sie erscheint schon kurz nach ihrer Bildung und schon zur Zeit, wenn die Zahl der Halscanalzellen zwei beträgt, in zwei neben einander liegende Zellen getheilt, die aber immer an Grösse verschieden und so gelegen sind, dass die kleinere derselben an die zuerst gebildete Wandzelle des Archegons anstösst. Es wurde schon oben bemerkt, dass die drei, die mittlere Zelle umgrenzenden Wände in der Richtung einer Spirale und mit der Divergenz von c. 60° auf einander folgen, dass also jene anfangs dreieckigen Querschnitt zeigt, und in Spitzenansicht einer tetraedischen Scheitelzelle gleicht, die von den drei jüngsten Segmenten umgeben ist. Die erste Theilungswand in der Deckelzelle setzt dann ausnahmslos (und nicht blos bei *Anthoceros*, sondern auch bei *Dendroceros* und *Notothylas*) diese dreiseitige Segmentirung fort, ist also der Wand 1 parallel (Wd. 4 in Fig. 13 b). Das vierzellige Deckelchen kommt nun in der Weise zu Stande, dass in der grösseren Zelle eine weitere Wand (5) mit gleicher Divergenz und im Verlaufe derselben Spirale auftritt, während die kleinere (durch Wd. 4 gebildete) Zelle durch eine Radialwand getheilt wird. Während dieser Vorgänge in der Deckelzelle hat der Halscanal die Zahl seiner Zellen vermehrt und aus der Centralzelle erscheint die Bauchcanalzelle abgeschnitten (Fig. 16). Die Seitenwände der Halscanalzellen werden schon während dieses Vorganges sehr stark verdickt (Fig. 13 c) und öfters erstreckt sich diese Verdickung auch auf Theile des Deckelchens und selbst der Centralzelle. Sie verwandeln sich endlich in eine Gallertschichte, während die ohnedies sehr dünn bleibenden Querwände vollständig aufgelöst werden.

Bezüglich der Oeffnung der Archegone liegt meines Wissens in der Literatur eine bestimmte Angabe nicht vor und auch uns gelang es nicht, den Vorgang zu beobachten. Aus dem Umstande aber, dass man an der Mündung anscheinend eben erst geöffneter Archegonien nie anhaftende Zellen des Deckelchens findet und aus dem schon oben erwähnten Umstande, dass die Verschleimung der Seitenwände der Halscanalzellen auch die Deckelzellen trifft (Fig. 13, c), glauben wir schliessen zu dürfen, dass die Oeffnung nicht wie bei Archegonien anderer Pflanzen durch einfaches Auseinanderweichen der Deckelzellen, sondern durch theilweise Zerstörung und Abwerfung derselben gebildet wird.

Die Embryo-Entwicklung habe ich schon an anderen Orten*) bekannt gemacht. Ich zeigte dort, dass der Embryo in einem gewissen Stadium aus zwei bis drei Stockwerken von je vier quadrantisch geordneten Zellen besteht und dass die beiden oberen Stockwerke später in Innen- und peripherische Zellen zerlegt werden. Wir können bis zu diesem Zeitpunkte die Entwicklung als im Wesentlichen gleich verlaufend mit der ansehen,

*) Entwicklung der Kapsel von Anthoceros in Sitzber. der k. Ak. d. Wiss., Bd. LXXIII.

Digitized by Google

wie sie sich auch bei anderen Lebermoosen (namentlich Jungermanniaceen) vollzieht. Während nun aber bei diesen die Innenzellen (wenigstens der obersten Stockwerke) zur Bildung der Sporen (und ev. Elateren) verwendet werden, bilden sie bei *Anthoceros* einzig nur die Anlage der Columella. Die die Innenzellen umschliessende Schichte von Zellen wird bei den übrigen Lebermoosen im Allgemeinen zur Kapselwand, die entweder einschichtig bleibt, oder durch tangentale Spaltung mehrschichtig wird. Auch bei *Anthoceros* tritt schon in frühester Jugend des Embryo eine tangentale Spaltung ein; die innere der so gebildeten Schichten, die unmittelbar an die Columella grenzt und dieselbe glockenförmig überdeckt, wird aber zur sporenbildenden Schichte, und nur die äussere ist die Anlage der Kapselwand. Es entspricht also das bei *Anthoceros* die Columella bildende Gewebe morphologisch dem sporenbildenden Gewebe der übrigen Lebermoose.

Ich habe damals betont, dass aus diesen Gründen die Vergleichung der Anthoceros-Columella mit dem axilen Elaterenbündel bei *Pellia*, wie es Hofmeister wollte, unstatthaft ist, und dass *Anthoceros* bezüglich dieser Verhältnisse unter allen Lebermoosen allein dasteht. Auch zur Vergleichung mit der Laubmooskapsel ergaben sich keine Anhaltspunkte, da durch die Untersuchungen von Kienitz-Gerloff und Vouk wenigstens für die Bryinen nachgewiesen wurde, dass die Columella sammt der sporenbildenden Schichte aus den ursprünglichen Innenzellen (dem „Grundquadrate") hervorgehe. Dasselbe ist nun nach neueren Untersuchungen Waldner's auch bei *Andreaea* der Fall, und wahrscheinlich verhält sich auch *Sphagnum* trotz seines abweichenden Scheitelwachsthumes nicht anders.

Alle diese Erwägungen und vor allem die Untersuchungen über die Kapselentwicklung bei *Notothylas*, welche mir die Ueberzeugung verschafften, dass diese in jeder anderen Beziehung der Gattung Anthoceros so nahe stehende Pflanzenform in der Differenzirung der Gewebe des Sporogons mit den Laubmoosen übereinstimmt, legten mir die Pflicht auf, die Untersuchungen für Anthoceros nochmals aufzunehmen. Ich habe nun nach dem Erscheinen meiner oben erwähnten Abhandlung nicht allein *A. laevis* nochmals in Bezug auf Kapselentwicklung studiert, ich habe auch *A. punctatus* und ein Paar ausländische Arten (*A. papillosus* und *vicentianus*) diesbezüglich untersucht, und habe mich nun nochmals von der Richtigkeit der meiner früher gemachten Angaben überzeugt.

Ich habe auf Taf. I aus den zahlreichen auf diesen Gegenstand Bezug nehmenden Zeichnungen eine Auswahl getroffen, welche wie ich glaube, wohl geeignet sein werden, hin und wieder noch immer auftretende Zweifel bezüglich der Richtigkeit meiner damals gemachten Angaben zu zerstreuen.

Fig. 1 zeigt einen achtzelligen Embryo im optischen Längsschnitte. Die vier das untere Stockwerk bildenden Zellen beginnen papillös auszuwachsen. Fig. 2 einen zwölfzelligen Embryo darstellend, zeigt die Zahl der Stockwerke auf drei vermehrt (durch Spaltung des oberen); die schlauchförmigen Fortsätze des untersten Stockwerkes sind be-

Digitized by Google

deutend verlängert.*) Fig. 9 zeigt die beiden oberen Stockwerke in Aussen- und Innenzellen differenzirt; letztere sind die Anlage der Columella (Fig. 9 b). In Fig. 3 ist die Anlage der die Columella bildenden (16) Zellreihen vollendet, dessgleichen die sporenbildende Schichte aus den peripherischen Zellen abgeschieden. Die Zellen des Fusses sind zu gegliederten Schläuchen ausgewachsen, welche sich mit den gleichfalls auswachsenden Zellen des Thallusgewebes zu einem später nicht mehr zu trennenden Geflechte verbinden.**) Fig. 10 zeigt den die Columella darstellenden Zellstrang in Bezug auf seine Mächtigkeit (im Querschnitt sechzehnzählig)***) vollständig angelegt. Darüber wölbt sich die sporenbildende Schichte, deren Entstehung aus den peripherischen Zellen auf das Unzweifelhafteste hervortritt. Dasselbe zeigt Fig. 11, für welche sich die Deutung der einzelnen Gewebepartieen durch Vergleichung mit Fig. 10 von selbst ergibt.

Wir haben also schon in den frühesten Embryonalstadien sämmtliche Gewebe der Kapsel angelegt, ja die Columella in ihrer ganzen Mächtigkeit vorhanden; und im Wesentlichen besteht das ganze weitere Wachsthum nur mehr in Verlängerung der so angelegten Gewebe, welche durch die oft ungemein lange andauernde intercalare Zelltheilung am Grunde der Kapsel eingeleitet wird. Da dieser Entwicklung entsprechend auch die Anlage und Ausbildung der Sporen basipetal fortschreitet, so kann es geschehen, dass der obere Theil der Kapsel schon lange geöffnet ist, und seine Sporen entleert hat, während im unteren Theile noch nicht einmal Sporenmutterzellen angelegt sind, und wenn wir bedenken, dass die Kapseln bei manchen Anthocerosarten eine ganz enorme Länge erreichen (bei *A. giganteus* bis 7 Cm.), so werden wir zur Annahme gedrängt, dass die Sporenproduction aus derselben Kapsel durch Wochen hindurch anhalten dürfte, und ich glaube, dass dieselbe überhaupt erst sistirt wird, wenn durch das Absterben des umliegenden Thallusgewebes die weitere Ernährung der Kapsel aufhört. Nur so können wir uns die merkwürdige Thatsache erklären, dass sich keine Kapsel auffinden lässt, welche bis an ihren Grund hin ausgereifte Sporen zeigen würde, immer finden wir von der reife Sporen zeigenden Region grundwärts alle Stadien der Sporenentwicklung bis zur Anlage der Sporenmutterzellen vertreten.

Da ich die weiteren Details der Kapselentwicklung schon in der oben gedachten Abhandlung mitgetheilt habe, so halte ich es für überflüssig, nochmals darauf zurückzu-

---

*) Von *A. vicentianus*. Bei unseren Arten beobachtete ich an jungen Embryonen nie eine so starke Schlauchbildung.

**) In solchen Stadien und ausnahmsweise wohl auch noch in späteren gelingt die Freipräparirung des Fusses erst an Objecten, die längere Zeit in ziemlich concentrirter Kalilösung gelegen sind.

***) Ich habe hier keine Querschnitte beigegeben, bezüglich derer ich auf meine frühere Abhandlung verweise.

Digitized by Google

kommen und kann behufs der weiteren Ausführungen auf jene verweisen.*) Ich will hier nur einige Thatsachen noch mittheilen, welche damals — weil dem Zwecke der Abhandlung ferner — keine Besprechung fanden und die erst durch die wiederholte Untersuchung klar gestellt werden konnten.

Bezüglich der weiteren Ausbildung der sporenbildenden Schichte und der Differenzirung ihrer Zellen in Sporenmutterzellen und sterile (d. i. Elateren) gelten dermalen noch immer die Hofmeister'schen Angaben:

„Unmittelbar vor dem Sichtbarwerden der Sporenmutterzellen bestehe die sporenbildende Schichte aus niedergedrückten flachen Zellen. Diejenigen, welche zu Mutterzellen der Sporen werden sollen, treten aus ihren Zusammenhang mit den Nachbarzellen, und nehmen sphärische Form an. Die zur Bildung von Schleudern bestimmten Zellen aber bleiben niedriger, strecken sich dafür in radialer Richtung, theilen sich dann ein- oder zweimal senkrecht darauf, und stellen drei bis viergliederige zwischen Kapselwand und Columella verlaufende Fäden dar."

Aus dieser Darstellung folgt offenbar, dass Hofmeister der Ansicht war, dass mit dem Heraustreten der Zellen aus der Region, in welcher (durch Quertheilungen) das Längenwachsthum des Sporogons stattfindet, in ihnen vor Anlage der Sporenmutterzellen und Elateren weitere Zelltheilungen nicht mehr stattfinden, dass also die Zellen der fertilen Schichte aus jener Region durchaus gleichgeformt hervortreten und ohne weitere Theilungen zu erfahren, theils zu Sporenmutterzellen, theils zu Elaterenmutterzellen sich umbilden. Nach meinen Untersuchungen ist dies nicht der Fall. Unmittelbar unterhalb der Region, in welcher die Abrundung und Isolirung der Sporenmutterzellen stattfindet, und diese somit erkenntlich werden, erleiden die Zellen der fertilen Schichte noch sehr zahlreiche Theilungen, welche theils senkrecht auf derselben erfolgen, theils zu ihr tangental sind. Die Figuren 4—7 werden besser, als diess durch eine Beschreibung möglich ist, die Mannigfaltigkeit dieser Theilungsvorgänge anschaulich machen. Im Allgemeinen erhält man den Eindruck, als ob aus jenen Urmutterzellen kleinere Zellen abgespalten würden, deren längste Durchmesser aber theils in der Fläche der fertilen Schichte liegen theils auf dieser senkrecht stehen. So sind in Fig. 6 die Zellen a, b, c den Hofmeister'schen Elateren entsprechend

---

*) In Taf. I, Fig. 9 ist ein Embryo abgebildet, dessen eine Hälfte in einen Fortsatz ausgezogen erscheint, der in die Archegonmündung hineinragte. Ich fand solche Fortsätze öfters auch an älteren Embryonen, an denen schon die sporenbildende Schichte angelegt war, ja einmal fand ich einen dem in Fig. 11 dargestellten ungefähr entsprechenden, der einen haarförmigen Fortsatz fast von ⅓ seiner eigenen Länge entwickelt hatte. Es sind dies Bildungen, die wohl von dem mangelhaften Verschluss des Halscanales herrühren. (Vergl. auch Heft IV, pg. 54, wo eine ähnliche Bildung für *Corsinia* beschrieben wurde.) Man erinnert sich dabei unwillkührlich an die von Göbel (Bot. Zeitg. 1877, pg. 690) mitgetheilte Eigenthümlichkeit des Embryo von *Gymnogramme leptophylla*, wo sich frühzeitig eine seiner Zellen in den Halscanal eindrängt, und sich später zum ersten (gegliederten) Haare des Cotyledo umbildet. Auch die Vergleichung mit dem Embryoträgern der Selaginellen liegt nicht zu ferne.

Digitized by Google

geformt und orientirt,*) aber in den zwischen ihnen gelegenen Zellen (Sporenmutterzellen Hofmeister's) sind weitere Theilungen erfolgt und die Zellen d, e, f sind wahrscheinlich in gleicher Weise Elaterenanlagen. In Fig. 7 ist die Urmutterzelle in drei Zellen getheilt (ein sehr häufig zu beobachtender Fall) und es stellen die zwei kleineren Zellen wohl Anlagen von Elateren, die grössere aber eine Sporenmutterzelle dar. Die Elaterenanlagen hängen somit schon vom Anfange an vielfach unter sich zusammen, und bilden gewissermassen ein Netzwerk, in dessen Maschen die Sporenmutterzellen liegen. Mit der Abrundung und Vergrösserung der letzteren wachsen nun auch diese Elaterenanlagen aus, theilen und gabeln sich öfters, drängen sich mit ihren Verlängerungen zwischen die Sporenmutterzellen und stellen nun jene höchst unregelmässigen Zellen und Zellenstränge dar, von denen kaum einer den andern vollkommen gleicht.

Es soll damit jedoch nicht gesagt sein, dass die zu einer Kette verbundenen Zellen immer durch Theilung einer Zelle entstanden sind, dass wir hier also mit demselben Rechte von mehrzelligen Elateren sprechen können, wie bei *Dendroceros*. Im Gegentheile, ich glaube, dass in der grössten Mehrzahl der Fälle die Glieder einer Kette nicht aus der Theilung einer Zelle hervorgehen, sondern einzelnen im Zusammenhange bleibenden Elementen des ursprünglichen Netzwerkes entsprechen, das in Folge der oben besprochenen Theilungen aus den steril bleibenden Zellen gebildet wird. Dafür spricht auch der Umstand, dass die Endglieder einer solchen Kette an ihren freien Enden nicht kegelförmig zugespitzt oder wenigstens kuppenförmig abgerundet sind, sondern sich von den an Zellen anstossenden Enden nicht unterscheiden. Wohl findet man hie und da auch zugespitzte Endglieder, oder einzelne Zellen zeigen sich an einem Ende oder nach zwei Richtungen in spitze Fortsätze verlängert, oder einzelne Glieder einer Kette zeigen solche Fortsätze, die dann häufig (wie bei der Verzweigung einer Cladophora) unterhalb der Querwände hervortreten; — dieses Alles zeigt aber nur, dass eben jede der ursprünglich angelegten sterilen Zellen zu einem geringen selbstständigen Wachsthum befähigt ist, wobei aber die Richtung, in welcher sich dasselbe vollzieht, nicht eine bestimmte ist, sondern durch die Stellen geringsten Widerstandes der Umgebung bedingt wird. Bei Untersuchung zahlreicher Elateren lernt man auch bald, wahre (d. h. durch Theilung einer Zelle entstandene) mehrgliederige Elateren von nur zusammenhängenden Zellen unterscheiden. Letztere zeigen sich an den Querwänden gelenkartig angeschwollen (so sehen häufig auch die Endglieder aus), und die letzteren selbst sind ganz den übrigen Zellwänden gleich. Secundäre (d. h. in zu Schläuchen ausgewachsenen Zellen entstandene) Theilwände aber sind viel zarter, weniger gebräunt und der Schlauch verläuft über sie in gleicher Weite.

Hofmeister*) beschreibt die entwickelte Schleuder als einen aus drei bis vier Zellen bestehenden Zellstrang, der von der Kapselwand zur Columella verläuft. Dass diess

*) Man vergl. dessen Abbildungen: Taf. II, Fig. 4, 9; Taf. III, Fig. 37.

**) Vergl. Unters. pg. 7.

Digitized by Google

nicht der Fall ist, zeigt jeder Blick auf den herausgedrückten Inhalt einer halbreifen oder selbst einer reifen Kapsel. Da sieht man nämlich sehr häufig, dass eine Sporentetrade oder Sporenmutterzelle von einem ringförmig sie umspannenden Zellstrang umgeben ist, der häufig an einer oder mehreren Stellen in seitliche Fortsätze verlängert erscheint; — eine Lagerung, die ja nach der Hofmeister'schen Vorstellung absolut unverständlich ist. Der beste Beweis aber, dass die sogenannten Schleudern nicht isolirte ein- oder mehrgliederige Schläuche sind, sondern Bruchstücke eines zusammenhängenden Netzwerkes steriler Zellen, wird durch die Thatsache geliefert, dass es gelingt, das ganze Netzwerk in seinem Zusammenhange frei zu präpariren. Wenn man nämlich aus halbreifen Kapseln, die längere Zeit in Alkohol gelegen waren, mässig dünne Längsschnitte anfertigt (etwa einen die Dicke der Columella erreichenden und diese aufnehmenden), diese nun in Wasser legt, so gelingt es durch sorgfältiges Betupfen mit einem zarten Pinsel den grössten Theil der Sporentetraden, resp. Sporenmutterzellen zu entfernen. Das aus den sterilen Zellen gebildete Netzwerk bleibt aber vollkommen erhalten, und die scharf umgrenzten, den herauspräparirten Sporenmutterzellen entsprechenden Räume lassen dasselbe nun noch viel deutlicher hervortreten. Dabei erkennt man nun auch — was übrigens schon bei jeder Eröffnung einer Kapsel unter dem Mikroskope sofort auffällt, dass die Masse der sterilen Zellen vielmals grösser ist, als die der fertilen.

Die eben gegebene Schilderung der Anlage, Entwicklung und Vertheilung der als Elateren bezeichneten sterilen Zellen bezieht sich aber nur auf jene Arten der Gattung Anthoceros, welche Gottsche*) in die Gruppe C („Elateres cellulis justo paullo longioribus articulatim compositi") zusammengefasst hat, und wozu *A. laevis* und *A. punctatus* gehören, welche aber auch die einzigen Arten sind, welche bis jetzt entwicklungsgeschichtlich untersucht worden sind.**)

Eine zweite Gruppe, ebenfalls schon von Gottsche unterschieden („B. Elateres articulis elongatis sine fibra spirali"), ist dadurch charakterisirt, dass die Elaterennatur der

---

*) Uebersicht und kritische Würdigung . . . . . pg. 19.

**) Nach der Form seiner sterilen Zellen diesen beiden Arten zunächst stehend, ist *A. dichotomus*. Dann folgt *A. flexivalvis* und *A. tuberosus*. Den Uebergang in die Gruppe B bildet *A. venosus*, da hier die einzelnen Glieder schon viel gestreckter sind. Zweifellos gehört hieher auch *A. adscendens*, wie es auch Gottsche angibt. Die im Lindenberg'schen Herbar unter diesem Namen vorkommende Pflanze zeichnet sich von allen übrigen Arten durch auffallend grosse Sporen aus. In der „Synopsis Hepaticarum" werden die Elateren „minuti, flexuosi" angegeben. Die wenigen Kapseln, die ich untersuchte, waren sämmtlich ganz mit Pilzfäden durchwachsen. Die Elateren erschienen als rundliche (oder sehr wenig verlängerte) Zellen mit ziemlich zarten Wandungen, die meist einzeln und nur selten zu zwei vereinigt waren. Da die Sporen anscheinend ganz normal entwickelt waren, ebenso die Columella vollkommen intakt war, so dürften die Pilze wohl erst später sich angesiedelt haben, und somit auch die sterilen Zellen normal entwickelt gewesen sein. Dann aber ist *A. adscendens* das letzte Glied in der Reihe der Anthoceroteen, und zeigt uns die Elateren in der niedrigsten (einfachsten) Form, und erinnert diesbezüglich an Notothylas und an die sterilen Zellen der Riellen und Corsinieen.

Digitized by Google

sterilen Zellen schon viel deutlicher hervortritt. Diese erscheinen nämlich als sehr lange Zellfäden von der Form einer Prosenchymzelle, sind aber zusammengesetzt aus zwei oder mehreren Gliedern, deren Längendurchmesser überwiegend entwickelt ist. Die Fäden zerbrechen aber sehr leicht in ihre einzelnen Glieder und man findet viel häufiger Bruchstücke als ganze Gliederfäden. Die Querwände zwischen den einzelnen Gliedern sind dick, und häufig sehr schief zur Längsachse gestellt. Dass solche Gliederfäden durch Theilung einer Zelle entstehen können, ist unzweifelhaft; ich muss es aber bei dem Umstande, als mir das Material zu entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen fehlte, dahingestellt sein lassen, ob nicht auch hier, wie bei der Gruppe C, Zellen verschiedener Abstammung im Zusammenhange bleiben, und so eine „gegliederte Elatere" bilden können.*)

Eine dritte Gruppe (Gottsche's Gruppe A) zeichnet sich dadurch aus, dass die aus einer Reihe von (4—6) Zellen zusammengesetzten Elateren von einem breiten braun gefärbten Spiralbande durchzogen sind, welches in seinem Verlaufe durch die zarten Querwände nicht gestört erscheint. Diese Elateren gleichen durchaus denen der Dendrocerosarten (Taf. III, Fig. 8), und ich halte es für unzweifelhaft, dass auch deren Entwicklung dieselbe ist. (Man vergl. Dendroceros). Ueberhaupt scheint mir diese Gruppe näher der Gattung Dendroceros zu stehen, als die übrigen beiden, und es wäre wohl am besten, sie als selbstständige Gattung von Anthoceros abzutrennen. Ich finde nämlich die von mir untersuchten Arten dieser Gruppe**) von jenen der beiden anderen Gruppen wesentlich dadurch unterschieden, dass die Kapselwand keine Spaltöffnungen besitzt, welche dort immer vorhanden sind; ein Unterschied, der wie ich glaube, zu wichtig ist, um ganz ausser Acht gelassen werden zu können.***) (Vergl. den allgem. Theil pg. 7.)

*) Hieher *A. tuberculatus* und *A. glandulosus*, mit sehr stark gestreckten Gliedern, die sich aber sehr leicht von einander trennen. Weniger schien diess mir der Fall zu sein, bei *A. falsinervius* Ldbg. Gottsche rechnet hierher auch *A. rigidus* Herb. Lehm. Ich hatte die Pflanze aus dem Herb. Lindenberg zur Untersuchung, und fand allerdings einige sehr lange gegliederte Fäden. Der grösste Theil derselben aber war viel kürzer (im Mittel 0·12 Mm. lang) und an beiden Enden zugespitzt (also nicht Bruchstücke eines gegliederten Fadens), und einzellig.

**) Ich untersuchte bezüglich dieser Verhältnisse die Arten: *vicentianus, giganteus, denticulatus, multifidus* und *laciniatus*. Hieher gehört zweifellos auch eine Pflanze des Lindenberg'schen Herbars mit der Bezeichnung: Dendroceros *leptohymenius*, Nov. Zeel. Hook. jun.; also wohl dieselbe Pflanze, welche der Taylor'schen Beschreibung (vide Syn. Hep. pg. 580) zur Grundlage diente. Sie passt auch ganz auf diese Pflanze, bis auf die Elateren mit doppeltem Spiralbande, bezüglich welcher Angabe übrigens auch schon in der Synopsis Gottsche ein Fragezeichen beigesetzt hat.

Gottsche (in „Uebersicht und kritische Würdigung etc. . . pg. 16 Anm.") gibt an, dass diese Species von Mitten (in Hooken: Antarctic Voyage II, 2, p. 170) für einen Irrthum Taylor's erklärt und auf *Anthoceros laevis* zurückgeführt werde. Ich habe das Buch nicht zur Hand, und kenne daher die Beweggründe Mitten's nicht. Dass aber dieselben auf die besagte Pflanze keine Anwendung finden können, ist selbstverständlich.

***) Gottsche („Uebersicht . . . etc. pg. 19") erwähnt den Mangel der Stomata an den Kapseln der der Gruppe A zugezählten Pflanzen nicht ausdrücklich, gibt anderseits aber auch für die Dendroceroskapseln das Vorhandensein von Spaltöffnungen an, die ich aber bei keiner der von mir untersuchten Arten auffinden konnte.

Digitized by Google

Die Spaltöffnungen an der Kapsel zeigen Nichts besonders Bemerkenswerthes, und gleichen in jeder Beziehung den ähnlichen Gebilden der Gefässpflanzen. Ihre Längsachse liegt immer der Längsachse der Kapsel parallel, in welcher Richtung auch die langgestreckten Zellen der Oberhaut verlaufen. Ihre Grösse wechselt sehr nach den einzelnen Arten; die grössten fand ich bei *Anth. rigidus*, wo die Länge der Schliesszellen 0·07 Mm. (die Länge der Spalte 0·04 und die Breite der letzteren 0·004 Mm.) erreicht, und hier wenig hinter der Länge der übrigen Oberhautzellen zurücksteht. Unterhalb der Spaltöffnung liegt in den meisten Fällen eine kleine Athemhöhle und da auch die tieferen Schichten der Kapselwand von kleinen Intercellularräumen durchsetzt sind und Chlorophyll enthalten, so sehen wir hier ganz dieselbe Einrichtung durchgeführt, welche wir bei höheren Pflanzen in höchster Vollkommenheit an den Laubblättern finden.*)

Die beiden Schliesszellen sind immer Schwesterzellen und deren Entstehung, wie die Bildung der Spalte stimmt durchaus mit den entsprechenden Vorgängen höherer Pflanzen überein. Was aber die Bildung der Mutterzelle der beiden Schliesszellen betrifft, so scheint hier eine secundäre Entstehung derselben aus Oberhautzellen in Folge eines ganz bestimmten Theilungsvorganges nicht stattzufinden; denn so weit ich den Vorgang vor Sichtbarwerden der beiden Schliesszellen verfolgen konnte, schien mir die Mutterzelle derselben den übrigen Oberhautzellen gleichwerthig zu sein.

Die so vielfach studirten und genau bekannten Vorgänge bei der Bildung der Sporen aus den Sporenmutterzellen habe ich nicht weiter untersucht, und es kann deren Beschreibung bei der allgemeinen Verbreitung der betreffenden Schriften hier wohl füglich übergangen werden.

Die Keimung der Sporen wurde von Grönland**) beobachtet. Er gibt an, dass die Keimung sich in zweierlei Weise vollziehen könne. Aus dem gesprengten Exospor wachse entweder ein Schlauch hervor, an dessen Spitze sich dann ein Zellkörper bilde,

---

*) Es sind somit hier alle Bedingungen gegeben, auch als Assimilationsorgan zu fungiren. Wohl finden wir auch bei anderen Moosen die jungen Sporogone grün, und die Kapseln der Bryinen besitzen ja ebenfalls Spaltöffnungen, und wenn man will, ist dort der grosse Luftraum in der Kapselwand gewissermassen ein Aequivalent des Intercellularsystems bei *Anthoceros*. Aber bei letzterer Gattung (wie bei allen Anthoceroteen) kommt noch ein weiterer Umstand in Betracht. Hier sehen wir in viel höherem Grade als bei irgend einem anderen Moose den Fuss als Saugorgan entwickelt. Seine Oberflächenzellen sind ringsum in Schläuche vorgezogen und vermitteln so im ausgiebigen Maase die Zufuhr von Nährstoffen, aus den umgebenden Thallusgewebe. Wenn wir nun die lange Entwicklungsdauer eines Sporogones, d. i. sein fortgesetztes Nachwachsen an der Basis und die fortdauernde Production von Sporen in Betracht ziehen, und weiter bedenken, dass der Sporogonfuss in dem nicht sehr mächtigen Thallus tief eingesenkt, und somit nur durch ein Paar Zellschichten von dem Substrate getrennt ist, wenn wir nun weiter das rasche Absterben älterer Thallustheile berücksichtigen, so scheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass das Sporogon von *Anthoceros* auch zur directen Nahrungsaufnahme befähigt und somit von der ersten Generation nicht in dem Maase abhängig sei, als dies bei anderen Muscineen der Fall ist.

**) Memoire sur la germination de quelques Hepatiques. Ann. d. sc. nat. T. I.

Digitized by Google

den er als „protonema“ bezeichnet, oder dieser Zellkörper bilde sich direct durch Theilungen der Spore, deren Exospor dabei gesprengt werde. Dieses „protonema“ bildet nach Grönland gewissermassen die Grundlage des Pflänzchens, das sich also erst an demselben bilde, so dass also hier ganz dieselben Vorgänge in die Erscheinung treten, wie bei der Keimung von *Blasia*, *Pellia* und vielen Marchantiaceen.

Ich habe die Keimung der Sporen bei *A. laevis* beobachtet und kann die Angaben Grönland's nur bestätigen. Die Fig. 19—23 geben einige der häufigst vorkommenden Entwicklungsformen an, an welchen die beiden von Grönland unterschiedenen Typen ziemlich deutlich hervortreten. Wie schon Fig. 21 zeigt, kann aber auch der eine Typus in den andern übergehen, also unmittelbar aus der Spore ein Zellkörper entstehen und an diesem erst ein Schlauch hervorwachsen, der dann wieder an seiner Spitze einen Zellkörper bildet. Diese Schlauchbildung kann sich aber auch wiederholen, so dass der an der Spitze eines Keimschlauches entstandene Zellkörper selbst wieder einen Schlauch produciren kann, der sich dann wie der primäre verhält. Weiters entwickelte Keimpflänzchen zeigen nun immer ihren basalen, dem Keimkörper (Keimscheibe) entsprechenden Theil ziemlich scharf von dem eigentlichen Pflänzchen abgegrenzt, und ich will hervorheben, dass die erste Spaltöffnung gerade etwas über dieser Abgrenzungsstelle auftritt, wodurch also wieder der Unterschied zwischen Keimpflänzchen und Keimscheibe hervortritt, der wohl auch dadurch gegeben ist, dass die Keimscheibe wieder zur Bildung eines Keimschlauches zurückgreifen kann, was aber, wenn einmal das Pflänzchen gebildet, an diesem nicht mehr möglich zu sein scheint.

Die Keimung von *Anthoceros* unterscheidet sich also nicht von der Keimung anderer Lebermoose. Auch diesbezüglich herrscht Uebereinstimmung, dass die Keimschläuche dem Lichte entgegenwachsend, sich über das Substrat erheben, so dass der an ihrer Spitze sich bildende Keimkörper erst nach Collabiren des Schlauches mit dem Substrate in Berührung kommt. *)

2. Dendroceros. Taf. II. und III.

Gottsche: Uebersicht und kritische Würdigung . . . etc. Bot. Zeitg. 1858, pg. 18.

Die dieser Gattung zugezählten Arten zeichnen sich vor allem durch einen ganz charakteristischen Habitus ihres Thallus aus, der sie auf den ersten Blick von Anthoceros unterscheidet, welcher Gattung sie aber in Bezug auf Ausbildung der Geschlechtsorgane und Entwicklung der Frucht so nahe verwandt sind.

Der Thallus besteht aus einer mächtigen namentlich an der Ventralseite stark vorspringenden Mittelrippe, an welche sich beiderseits eine einschichtige Lamina ansetzt

*) Man vergleiche meine Abhandlung: „Keimung der Lebermoossporen in ihrer Beziehung zum Lichte“ in Sitz. Ber. der Wiener Akademie. Bd. LXXIV.

Digitized by Google

(Taf. II, Fig 5, 19), die am Rande äusserst reich gefaltet ist, so dass die Pflanzen viel eher an eine beblätterte Jungermanniee (etwa an Fossombronia u. dgl.) erinnern (Taf. II, Fig. 20).

Die Zellen des Gewebes sind bei einigen Arten fest gefügt und ohne Spur von Intercellularräumen (*D. cichoraceus*); bei anderen Arten finden sich solche nur zwischen den Zellen der einschichtigen Laminia (*D. Breutelii*), bei wieder anderen finden sich solche zu weiten Löchern erweitert und auch die Mittelrippe ist von zahlreichen Lufthöhlen durchzogen und erscheint dann in Flächenansicht ähnlich den Marchantiaceen zierlich gefeldert. (Taf. II, Fig. 19 und 20 für *D. javanicus*).

Der Vegetationsscheitel liegt am Vorderende der Mittelrippe (und ihrer Auszweigungen) und versteckt zwischen den sich vielfach deckenden Falten des krausen Laminarrandes. In Dorsal- wie Ventralansicht zeigt er ganz die Anordnung der Zellen, wie bei *Anthoceros* (Taf II, Fig. 18). Auf Schnitten die parallel der Längsachse und senkrecht auf die Lauboberfläche geführt werden, erkennt man aber, dass die Randzellen sich nicht wie bei Anthoceros durch schiefe wechselnd dorsal- und ventralwärts geneigte Wände theilen, sondern dass die Theilungswände ihre ganze Tiefe durchsetzen, die durch sie abgeschnittenen Segmente also von der Dorsalseite bis an die Ventralseite reichen, dass also hier der Typus zum Ausdrucke gelangt, wie er bei *Pellia epiphylla* vorkommt, und den ich als den der „prismatischen Scheitelzelle" bezeichnet habe.*) (Taf. II, Fig. 1.) Die Segmente zerfallen nun durch eine der Oberfläche parallele und ziemlich in der Mitte auftretende Wand (m), in je eine dorsale und ventrale Zelle, und jede dieser wird durch eine der früheren parallele Wand in eine Innen- und eine Aussenzelle getheilt (Fig. I, Segm. 2). Wir haben nun so ziemlich dieselbe Zellgruppirung, wie sie auch bei *Anthoceros* in die Erscheinung tritt; nur erscheinen die Zellen in Vertikalreihen geordnet (vergl. auch Taf. I, Fig. 25). So wie dort betheiligen sich auch hier Aussen- wie Innenzellen noch weiter am Dickenwachsthume; aber auch darin besteht Uebereinstimmung, dass, wenn ein Segment ein Archegon produciren soll, dieses immer schon in der Aussenzelle v o r weiteren Tangentaltheilungen angelegt wird.

Die Anlage der Laminarfalten erfolgt unmittelbar an der Scheitelfläche, und wird nicht durch ein plötzlich gesteigertes intercalares Flächenwachsthum eines grösseren Laminarstückes (wie etwa bei Bildung der krausen Ränder mancher Anthocerosarten) eingeleitet, sondern lässt sich immer auf e i n e Randzelle zurückführen, welche zuerst über den gemeinsamen Rand hervortritt, und dann den vorgeschobenen Theil durch rasches Flächenwachsthum verbreitert (Fig. 18, l, l). Da nun das Flächenwachsthum des zusammenhängenden gemeinsamen Laminartheiles nicht gleichen Schritt hält, wird das stärker wachsende vorspringende Laminarstück ohrförmig und an der Ventralseite concav gekrümmt.

---

*) Heft III, pg. 7.

Digitized by Google

Wenig hinter der Scheitelfläche bemerken wir in den Zellecken das Auftreten von Verdickungsmassen. Die einschichtige Lamina erhält dadurch ein ganz eigenthümliches, dem Durchschnitte eines Collenchymgewebes ähnliches Ansehen (Fig. 6).*) Bei jenen Arten, bei denen sich später Intercellularräume bilden, werden selbstverständlich diese Verdickungsmassen gespalten und der Intercellularraum (eigentlich ein die einschichtige Lamina durchsetzender Porus) ist mit denselben ausgekleidet (Fig. 7). Schon bei *D. Breutelii* kommt es öfters vor, dass die Verdickungsmassen sich über eine ganze Zellwand erstrecken (Fig. 7). An solchen Stellen schreitet auch die Spaltung weiter vor und es kann geschehen, dass dadurch zwei und auch mehrere Intercellularräume zu einem einzigen zusammenfliessen. Dies ist nun in ganz ausgezeichneter Weise bei *D. javanicus* und *crispatus* der Fall, wo durch diese Vereinigung zahlreicher Intercellularräume endlich Löcher in der Lamina gebildet werden, die als weite Maschen eines stellenweise nur durch einfache Zellreihen gebildeten Netzwerkes erscheinen.

Alle Dendrocerosarten besitzen an ihrem Thallus Spaltöffnungen, die im Wesentlichen denen bei *Anthoceros* gleich gebildet sind, nur dass im Allgemeinen die Spalte viel weiter ist (Taf. II, Fig. 17). Einige Arten besitzen dieselben nur an der Ventralseite (*D. cichoraceus*) andere aber auch auf der Dorsalseite (*D. javanicus, crispatus, Breutelii*). Immer findet sich eine Spaltöffnung ganz constant im Gabelungswinkel einer Sprossverzweigung, und kann dort ganz leicht gesehen werden. Ausser diesen Stellen findet man sie auch beiderseits an der Mittelrippe; da diese aber an diesen Stellen nicht eben, sondern concav (an der Dorsalseite) oder convex (an der Ventralseite) ist, so kommt die Spaltöffnung (bei horizontaler Lage des durchsichtig gemachten Thallus am Objectträger) in schiefer Lage zur Ansicht, und kann sehr leicht übersehen werden.

So wie bei Anthoceros siedelt sich auch hier in dem mit Schleim gefüllten Intercellurraum Nostoc an. In Folge von Wachsthumsvorgängen, die ganz mit denen bei Anthoceros übereinstimmen, bilden sich mächtige Nostoccolonien, die als kugelige, die Dicke der Mittelrippe weit übertreffende Auftreibungen über die Lauboberfläche sich erheben (Taf. II, Fig. 16, 19, 20). Entsprechend dem Vorkommen und der Vertheilung der Spaltöffnungen finden sich diese Nostoccolonieen theils auf beiden Seiten, theils nur an der Ventralseite, und der oben erwähnten constanten Lage einer Spaltöffnung im Gabelungswinkel entsprechend sehen wir an diesen Stellen auch fast immer eine Nostocansiedlung (Fig. 20). Der Bau der Colonieen ist ganz übereinstimmend mit dem bei Anthoceros, nur erkennt man hier, viel schöner als bei jener Gattung die schon dort geschilderte eigenthümliche Betheiligung der Thalluszellen an der Zusammensetzung der

*) Wie es ja in ganz gleicher Weise die Oberhaut vieler Marchantiaceen zeigt, und ebenso den Blättern vieler Jungermanniaceen eigen ist. Von den Schriftstellern wurden diese Verdickungen als „Zwickelmaschen" bezeichnet.

Digitized by Google

Colonie. Die ringsum von der Wand entspringenden Schläuche sind hier nämlich nicht so kurzgliedrig, verschlingen sich auch nicht so sehr durch einander, und treten sehr häufig an zarten Schnitten ohne weitere Präparation sofort hervor. Bei *D. Breutelii* z. B. zeigen solche Schnitte die Schläuche radienartig bis nach der Mitte verlaufend und gar nicht unter sich verschlungen. Noch viel deutlicher aber werden dieselben, wenn man die Nostoczellen durch Behandlung mit macerirenden Mitteln aus dem Verbande trennt und dann zu entfernen sucht,*) und ich habe ein solches Bild in Fig. 16 dargestellt.

Sämmtliche Arten von Dendroceros sind monöcisch, und es treten meist beide Arten von Geschlechtsorganen im Verlaufe derselben Axe auf. Doch finden sich, wie das ja auch häufig bei Anthoceros der Fall ist, dieselben nicht durch einander gemengt, sondern solche einerlei Art in Gruppen zusammen stehend, wo dann allerdings Gruppen von Archegonien mit solchen von Antheridien wechselnd mehrmals hinter einander auftreten können. Nur bei *D. javanicus*, einer Art mit fast fiederiger Verzweigung (Fig. 20), fand ich die Geschlechtsorgane ziemlich scharf nach den Verzweigungen gesondert, in so weit, als die als Hauptspross erscheinende Mittelrippe an der Spitze eine Gruppe von Archegonien zeigte,**) während die fiederig abgehenden Seitensprosse dicht mit Antheridien besetzt waren.

Die Geschlechtsorgane stehen natürlich nur an der Mittelrippe und zwar über die ganze Breite derselben und selbst bis zu drei und vier neben einander, und namentlich zeigen die Archegonien, die im Verlaufe der Axe genau median stehen, unterhalb einer Gabelungsstelle diese Stellung in Querreihen oft ganz auffallend deutlich. Da die die Antheridien bergenden Auftreibungen des Thallus halbkugelig über die Lauboberfläche sich erheben, so werden sie, offenbar in Folge des gegenseitigen Druckes schief gegen einander verschoben und stehen dann häufig in einer scharf gebrochenen Zickzacklinie oder wenn man will, zweireihig.

Die Auftreibungen des Thallus, in welchen die Antheridien liegen, sind sehr gross und stehen diesbezüglich hinter den Nostoccolonieen nicht zurück. In jeder Höhlung befindet sich nur eine Antheridie, doch stehen dieselben oft so dicht neben einander, dass die Scheidewände zwischen zwei Höhlungen nur aus einer Zellschicht bestehen. Das die Decke der Höhlung bildende Thallusgewebe besteht durchschnittlich aus zwei Zellschichten, die erst zur Zeit der Antheridienreife unregelmässig aufreissen.

Die, wie schon bemerkt, in jeder Höhle einzeln sitzenden Antheridien erreichen im reifen Zustande eine ganz bedeutende Grösse,***) und sitzen auf einem sehr langen aus

---

*) Vergl. die Abhandlung: Die Nostoccolonieen im Thallus der Anthoceroteen im Sitz. Ber. der Wiener Akademie, Bd. LXXVII. Bezüglich der Präparationsmethode vergleiche man pg. 16.

**) Hinter denen allerdings ein Paar Antheridien sich fanden.

***) Bei *D. javanicus* mass ich den Durchmesser des Körpers einer Antheridie mit 0·15 Mm.

Digitized by Google

zwei Zellreihen bestehenden Stiele, der, da der Körper der reifen Antheridie die Höhlung fast ausfüllt, scharf s förmig gekrümmt ist.*)

Anlage der Antheridien und deren jüngste Entwicklungsstadien zu studiren, hatte ich nicht Gelegenheit. Die jüngsten beobachteten Zustände sind in Fig. 14 und 15 dargestellt, und man kann daraus wohl schliessen, dass sich die Sache im Wesentlichen so wie bei Anthoceros verhält.

Die Vorgänge bei Anlage und Entwicklung der Archegonien: ihre Entstehung aus dorsalen Aussenzellen, Bildung der mittleren Zelle, Differenzirung dieser in Centralzelle, Halscanal- und Deckelzelle etc. sind ganz dieselben, wie ich sie schon für Anthoceros beschrieben habe. Ich habe dort erwähnt, dass schon die erste Theilungswand der Aussenzelle in ihrem (schiefen) Verlaufe die beginnende Bildung eines Archegoniums andeutet, da sie in vegetativ bleibenden Segmenten in der Wachsthumsaxe gelegen ist Diess kommt auch bei *Dendroceros* vor; aber bei *D. Breutelii* verläuft öfters die erste Archegonialwand genau so, wie die erste Theilungswand vegetativer Aussenzellen, so dass man eigentlich sagen könnte, es werde die mittlere Zelle unter Mitwirkung einer ihrem Werthe nach vegetativen Theilung abgeschnitten.**) (Fig. 3.) In Fig. 2 erkennt man ferner vollkommen deutlich, dass die Deckelzelle sehr früh angelegt wird, und dass die Reihe von Halszellen durch (intercalare) Theilung einer Zelle entsteht. Auch die Theilungen in der Deckelzelle stimmen, so weit ich es verfolgen konnte, (Fig. 4) durchaus mit denen, wie ich sie bei *Anthoceros* beschrieben habe, überein.

Die Entwicklung des Sporogons konnte ich leider nicht in der Vollständigkeit verfolgen, wie ich es gewünscht hätte. Die Spärlichkeit des Herbarmateriales — und nur auf dieses war ich angewiesen — und der Umstand, dass die Pflanzen in den Sammlungen nur im Fruchtstadium sich vorfinden, dass es also reiner Zufall ist, neben reifen Früchten auch Jugendstadien derselben zu bekommen, macht die Arbeit zu einer ungemein mühsamen und zeitraubenden. Anderseits zeigten aber Längs- wie Querschnitte durch den Grund älterer Kapseln sowol in Bezug auf das fortdauernde Wachsthum derselben an der Basis als auch hinsichtlich der Anordnung der Gewebe eine so vollkommene Uebereinstimmung mit Anthoceros, dass sich mir schon auf Grund dieser Untersuchungen die Ueberzeugung festgestellt hatte, die Entwicklungsvorgänge müssten, namentlich in Bezug

*) Wenn man an aufgeweichten Pflänzchen noch geschlossene aber erwachsene Antheridien einschliessende Höhlen sorgfältig durch Einreissen der Decke mittelst einer feinen Nadel öffnet, so beobachtet man häufig, dass das Antheridium heraustritt und nun am ausgestreckten Stiele sitzend, fast ganz aus der Höhlung hervorsteht. Auch findet man öfters aus geöffneten Höhlungen die entleerten Häute hervorragen, während man in anderen Fällen die letzteren allerdings ganz innerhalb des Hohlraumes auffindet. Uebrigens muss ein solches Hervortreten der Antheridien wohl auch normal stattfinden, denn die so auffallend langen Stiele können hier doch nur diesen einzigen Zweck haben!

**) Man vergleiche das bei *Notothylas* diesbezüglich Erwähnte.

Digitized by Google

auf Anlage der Columella und der sporenbildenden Schichte, hier in ganz gleicher Weise, wie bei *Anthoceros* verlaufen. Erst bei einer in letzter Zeit an *D. crispus* wieder aufgenommenen Untersuchung war ich so glücklich, auch junge Kapseln aufzufinden und ich konnte mich somit durch directe Beobachtung von der Richtigkeit der früher gemachten Schlüsse überzeugen.

Bezüglich der jüngsten Stadien ist die Beohachtung allerdings lückenhaft; doch zeigte mir ein bei *D. cichoraceus* aufgefundener und wahrscheinlich abgestorbener Embryo, den ich auf Taf. III, Fig. 9, abgebildet habe, die Bildung der drei Stockwerke (deren Zusammensetzung aus quadrantisch gelegenen Zellen die Spitzenansicht zeigte), die Differenzirung von Aussen- und Innenzellen, und das Auswachsen der Zellen des untersten Stockwerkes zu Schläuchen. In Fig. 10 ist nun der optische*) Längsschnitt durch das jüngste beobachtete Sporogon von *D. crispus* dargestellt: Man unterscheidet deutlich zwei scharf von einander getrennte Theile; einen unteren, den Fuss darstellenden und einen oberen die Kapsel bildenden. Der Fuss besteht im Innern aus grossen Zellen, deren Anordnung in Längsreihen ziemlich deutlich hervortritt. An der Peripherie sind die Zellen kleiner und in kurze Schläuche ausgezogen, die sich offenbar im innigsten Contacte mit dem angrenzenden (ebenfalls rasch wachsenden und sich vielfach theilenden) Thallusgewebe befanden. Es ist, auch wenn man die entsprechenden Vorgänge bei Anthoceros nicht kennen würde, wohl nicht der geringste Zweifel, dass die Bildung dieses Fusses vom untersten Stockwerke des Embryo ausgeht, ich muss es aber unentschieden lassen, ob und in welchem Maase auch das mittlere Stockwerk mitwirkt und ob also der eigentliche Kapseltheil nur aus dem obersten Stockwerke oder aus diesem und dem mittleren gebildet wird.

In der oberen Hälfte unterscheiden wir zwei Theile: der innere vier Zellreihen breite ist die Anlage der Columella, der äussere Theil besteht aus zwei Schichten, die nach dem Verlaufe der Wände zu urtheilen durch Spaltung einer Schichte entstanden sind. Die Vergleichung dieser Figur, mit den Figuren 10 und 11 auf Taf. I, welche ungefähr ähnliche Entwicklungsstadien von Anthoceros darstellen, zeigt die grosse Uebereinstimmung, und wenn wir auch nicht die Fig. 11 dieser Tafel zur Vergleichung herbeiziehen wollten, müssten wir die innere, an die Columella anstossende Schichte als die sporenbildende deuten.

Fig. 11 zeigt nun ein weit älteres Sporogon, in dessen Spitze schon die Isolirung der Sporenmutterzellen begonnen hat. Der Fusstheil ist bedeutend vergrössert,

---

*) Wenn man die Objecte einige Zeit in verdünnter Kalilösung liegen lässt, sie dann auswäscht und in verdünnten Weingeist legt, werden dieselben ganz wundervoll durchsichtig, wobei aber die Zellwände scharf hervortreten. Das abgebildete Sporogon wurde natürlich aus dem noch geschlossenen Involucrum herauspräparit und konnte nun durch Drehen in die günstigste Lage (eine der die Quadrantenbildung bewirkenden Wände horizontal, die andere vertical) gebracht werden.

Digitized by Google

ebenso sind die Schläuche grösser geworden.*) Die Grenze zwischen diesem und dem Kapseltheil ist durch eine stärkere Linie angedeutet, die auch am Objecte ungemein scharf hervortrat. Der Verlauf derselben zeigt uns, dass der kegelförmig zugespitzte Grund des Kapseltheiles in den Fusstheil eingesenkt ist, was, da diese Linie offenbar der Grenze zwischen zwei Stockwerken entspricht, als eine durch secundäres Wachsthum verursachte Erscheinung gedeutet werden muss. Bezüglich des Kapseltheiles erkennen wir vorerst die basipetal fortschreitende Entwicklung der Gewebe. Die Zahl der Wandschichten hat sich auf vier vermehrt, deren Ursprung aus einer Schichte man ganz deutlich erkennt. Die Columella ist gleich mächtig wie in Fig. 10 und die sporenbildende Schichte setzt sich bis zum Fusstheil hin fort.

Ganz denselben Bau, wie solche verhältnissmässig noch sehr junge Sporogone**) zeigen auch die basalen Theile (sogenannte pedicelli) älterer. In Fig. 1 sind einige Querschnitte aus einem fünf Mm. langen, aber noch ganz vom Involucrum bedeckten Sporogone von *D. cichoraceus* dargestellt. Die Schnitte wurden von dem Grunde nach der Spitze fortschreitend geführt, und in Fig. 1 a ist jener Schnitt dargestellt, an dem zuerst die fertile Schicht zu erkennen war. Am nächst tieferen (hier nicht abgebildeten) Schnitte war die fertile Schichte wohl noch vorhanden, aber nach der Peripherie hin nicht scharf abgegrenzt wohl aber war die Columella noch ganz deutlich erkennbar. Weiter nach der Peripherie hin war das Gewebe unregelmässig, die Grenze zwischen Sporogon und Involucrum undeutlich; an dieser Stelle erkannte man nach den verschiedensten Richtungen verlaufende Schläuche.***) Der Schnitt entspricht also in Bezug auf Fig. 11 etwa der Höhe, wo die fertile Schicht mit einer schwachen Ausbiegung nach der Peripherie an den Fusstheil grenzt, traf also an der Peripherie des Sporogons Theile des Fusses, in dessen Mitte aber solche der Kapsel (d. i. die Columella).

In Fig. 1 a erscheint die Kapselwand zweischichtig; die von der fertilen Schichte umgebene Columella ist aber viel mächtiger, als sie dem Längsschnitte in Fig. 11 entsprechend sein sollte. Man findet aber sehr leicht die vier ursprünglichen Zellen heraus und kann ebenso mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit die 16 Zellen zusammenfinden, welche jenem Längsschnitte entsprechen würden. Es hat also hier eine weitere Theilung stattgefunden, die Columella besteht nicht aus 16 Zellreihen, sondern ist dicker geworden, und wir sehen aus der Vergleichung der folgenden Schnitte (bis Fig. 1 d), dass sie auch in

---

*) In diesem Stadium ist die Verwachsung zwischen Thallus- und Fusszellen schon so innig, dass eine scharfe Grenze gar nicht mehr aufzufinden ist, und es durch kein Mittel gelingt, den Fuss unversehrt herauszupräpariren.

**) Der Kapseltheil desselben war 0·3 Mm. lang und vom noch geschlossenen Involucrum überdeckt.

***) Mitten im Involucralgewebe fand sich ein abgestorbenes Archegon, welches natürlich in Folge der Gewebewucherung, die sich bei Bildung des Involucrums vollzog, in dieses versenkt wurde.

Digitized by Google

höheren Partieen in nahe zu gleicher Mächtigkeit vorhanden ist.*) Fig. 1 b stellt den dritthöheren Querschnitt dar: Columella und fertile Schichte unverändert, die Kapselwandschichten haben sich auf vier vermehrt und sind wie man ziemlich deutlich erkennt, durch Spaltung jeder der früheren Schichten entstanden. Nach einer Seite ist ein Stück des mächtigen Involucrums mitgezeichnet. In Bezug auf Fig. 11 wird man leicht die diesem Querschnitte entsprechende Höhe herausfinden. Wieder um zwei Schnitte höher liegt Fig. 1 c. Die Kapselwand ist (durchschnittlich) fünfschichtig geworden und wie die Vergleichung mit Fig. 1 d lehrt, ist diess durch Spaltung der peripherischen Schichte geschehen.**) Die wesentliche Veränderung liegt aber darin, dass die Zellen der fertilen Schichte sich zu isoliren beginnen, und die Lostrennung tritt zuerst nach der Columella hin ein. Wieder um zwei Schnitte höher liegt der in Fig. 1 d dargestellte Schnitt: Die Columella (C) ist vollkommen isolirt, war beim Schneiden herausgefallen, ebenso war es der Fall mit Elementen der fertilen Schichte, und zwar mit den grösseren kugeligen Zellen, deren einige aber auch noch an der Kapselwand haften und offenbar Sporenmutterzellen sind. An der Kapselwand finden sich ferner kleinere und langgestreckte Zellen — die Anfänge der Elateren. Solche Zellen finden sich auch, wiewohl seltener, an den frei liegenden Sporenmutterzellen haftend und ich habe in Fig. 2 einige der häufigeren Gruppirungen abgebildet. Wie Fig. 3 und 4 zeigen, wachsen nun die Elateren an beiden Enden aus, theilen sich dann, bleiben aber mit ihren mittleren Theilen, die offenbar den Stellen ihrer ursprünglichen Insertion entsprechen, noch lange und häufig bis zur Sporenreife an der Wand haftend.

An Querschnitten, die ungefähr dem in Fig. d dargestellten oder etwas älteren Entwicklungsstadien entsprechen und an denen die Differenz in der Weite beider Zellarten der ertilen Schichte noch nicht zu gross ist, sieht man, dass die Elateren in viel grösserer Menge vorhanden sind. Wenn aber später die Sporenmutterzellen so ungemein heranwachsen, wird selbstverständlich dieser Eindruck gestört, und es verschwinden die Elateren mit ihrer geringen Querschnittsfläche fast ganz gegenüber den Sporenmutterzellen.

Bezüglich der Theilungen in der fertilen Schichte und der Differenzirung ihrer beiden Zellarten stimmt Dendroceros ebenfalls mit Anthoceros überein. Unmittelbar unterhalb der Region, wo die Isolirung der Zellen beginnt, beobachtet man in dieser Schichte vielfache Theilungen, welche aber wie es scheint, keiner Gesetzmässigkeit unterliegen. Fig. 5 zeigt ein Paar Zellen dieser Schichte am Tangental-, Fig. 6 am Radialschnitte. In der linkseitigen Partie der Fig. 6 scheinen allerdings Sporenmutterzellen und Elateren

---

*) Nur ganz am oberen Ende wurde sie sechzehnzellig (im Querschnitte). Uebrigens findet man auch Kapseln, wo durchaus eine aus sechzehn Zellreihen bestehende Columella vorhanden ist. Zwischen den Zellen der Columella beobachtet man öfters (wie bei Anthoceros) kleine Intercellularräume.

**) Dieses Stadium ist in Fig. 11 nicht sichtbar, wohl nur deshalb, weil bei *D. crispus*, die Kapselwand überhaupt meist vierschichtig bleibt.

Digitized by Google

regelmässig zu wechseln, aber man findet ebenso häufig die Sporenmutterzellen aneinander liegend. Ich glaube also, mit Recht schliessen zu dürfen, dass die Bildung der Elateren, resp. Sporenmutterzellen nicht gesetzmässig stattfinde, und dass erst nach Aufhören dieses lebhaften Theilungsvorganges die Differenzirung beider Zellarten erfolgt, und mit beginnender Isolirung eine Vermehrung der Elemente (Mutterzellen der Elateren, Sporenmutterzellen) nicht mehr eintritt.

In der Kapsel, der die in Fig. 1 dargestellten Querschnitte entnommen wurden, war die Entwicklung bis zur Bildung der Sporentetraden vorgeschritten, auch zeigten die einzelnen Sporen schon ganz deutlich innerhalb ihrer Mutterzelle das feinkörnige Exospor. Es war das also eine immerhin noch ziemlich junge Kapsel. Aber auch solche Kapseln, welche an der Spitze schon geöffnet sind, also bis zur Sporenreife gelangt waren, zeigen in ihren tieferen Theilen ganz dieselben Verhältnisse und es könnten die Querschnitte ebenso gut viel älteren Kapseln entnommen sein, und die Fig. 1 b könnte auch den Querschnitt durch den sogenannten Stiel eines alten Sporogons darstellen.

Die häufigste Form der Elateren ist die, wie ich sie in Fig. 8 abgebildet habe: Ein aus mehreren Gliedern zusammengesetzter Faden, durchzogen von einen continuirlich fortlaufenden breiten Spiralbande. Aber es gibt auch solche, welche viel kürzer und an einem Ende bedeutend erweitert sind, auch verzweigte Elateren kommen nicht zu selten vor. Der gewöhnlichste Fall der Elaterenbildung ist der, wo die Mutterzelle der Sporogonwand oder der Columella anliegend, nach auf- und abwärts fadenförmig auswächst und sich später in einzelne Zellen gliedert (Taf. III, Fig. 3 und 4). Es erscheint daher auch häufig die schon ziemlich weit entwickelte Elatere ungefähr in ihrer Mitte und der Länge nach an der Wand haftend. Die Bildung der oberwähnten Elateren mit einem stumpfen und erweiterten Ende dürfte in der Weise zu erklären sein, dass das Auswachsen nur nach einer Seite hin vor sich ging und der in Fig. 3 e, dargestellte Jugendzustand kann als Vorstadium dieser Elaterenform betrachtet werden.

Die Dendrocerosarten haben sämmtlich verhältnissmässig kurze Kapseln, und bleiben diesbezüglich weit hinter Anthoceros zurück. Die äusserste Schichte der Kapselwand besteht aus mehr weniger langgestreckten stark verdickten Zellen. Spaltöffnungen an derselben konnte ich bei keiner der untersuchten Arten finden und es stimmt auch diesbezüglich (ebenso wie betreffs der Form und Ausbildung der Elateren) Dendroceros mit der einen Gruppe von Anthocerosarten überein (vergl. pg. 7 und 27).

Die Kapseln finden sich öfters schon innerhalb des Involucrums aufgesprungen, und dann meist nur an einer Seite. Ich glaube, dass diess die Folge des Widerstandes ist, welchen das mächtige Involucrum dem durchbrechenden Sporogone entgegensetzt. An jüngeren Früchten ist das Involucrum auch über dem Scheitel des Sporogons sehr mächtig. Später werden an dieser Stelle die oberflächlichen Zellschichten successive abgeworfen und die Decke bis auf wenige Zellschichten verdünnt, wodurch selbstverständlich der Durchtritt des Sporogons erleichtert wird.

Digitized by Google

Die Dendrocerosarten zeichnen sich durch sehr grosse Sporen aus und unterscheiden sich dadurch von den nahe verwandten Arten von Anthoceros. Die Sporen sind kugelig oder ellipsoidisch, das Exospor ist granulös (in Form von Wärzchen oder scharf gebogenen nicht zusammenhängenden Leisten) verdickt. Bei einigen Arten sind die reifen Sporen einzellig (*D. Breutelii*), bei andern Arten aber findet man die dem noch ungeöffneten Sporogone entnommenen vielmals getheilt und den Sporen der Pelliaarten ähnlich (*D. crassinervis, D. cichoraceus*).*) Die Keimung erfolgt unmittelbar nach dem Ausstreuen der Sporen. Ich schliesse diess daraus, dass man zwischen den aufgeweichten mit reifen Sporogonen besetzten Pflänzchen des Herbarmateriales häufig genug Keimungsstadien auffindet. Bei den Arten, welche einzellige Sporen erzeugen, verwandelt sich die Spore unter ziemlich starker Volumvergrösserung in einen Zellkörper, der vorerst noch vollkommen von dem stark gedehnten Exospor überzogen ist. An einer Stelle nun (einem Quadranten entsprechend) erfolgt eine raschere Zelltheilung, hier wird das Exospor bis zum Unkenntlichwerden gedehnt, und es tritt der Körper des eigentlichen Pflänzchens hervor, an dessem Grunde aber der übrige Theil der Spore noch lange erkennbar bleibt (Taf. II, Fig. 8, 9, 10). Es ist eine auffallende Thatsache, dass immer schon an dem wenigzelligen (zweischichtigen), aus dem Sporenkörper hervorgetretenen Pflänzchen Spaltöffnungen auftreten, die häufig auch schon Nostocansiedlungen einschliessen (Fig. 10).

Die Thatsache, dass die einzelligen Sporen im Beginne ihrer Keimung sich zu ganz ähnlichen Zellkörpern umbilden, als welche bei anderen Arten sich die noch innerhalb der Kapsel befindlichen Sporen darstellen, und dass bei derselben Art (*D. cichoraceus*) ebensowohl reife Kapseln mit einzelligen als solche mit mehrzelligen Sporen gefunden werden, und dass in demselben Sporogone beide Sporenarten unter einander vorkommen können; diese Thatsachen, so meine ich, lassen gar keine andere Deutung als die zu, die mehrzelligen Sporen seien als Keimungszustände aufzufassen, die aber schon innerhalb des Sporogons sich vollziehen, was um so leichter verständlich wird, als ja, wie ich oben gezeigt habe, in jedem Falle die Weiterentwicklung unmittelbar nach Ausstreuen der Sporen beginnt.**)

Wenn man Kapseln von *D. cichoraceus* von der Region an, in welcher ganz schön entwickelte Sporentetraden zu beobachten sind, nach der Spitze des Sporogons fortschreitend untersucht, so bemerkt man eine andere ganz merkwürdige Erscheinung. Wir gewahren nämlich, dass nicht alle Sporen einer Tetrade weiter ausgebildet werden, sondern immer

---

*) Uebrigens finden sich bei dieser Art mitten unter mehrzelligen auch einzellige Sporen; in anderen (schon aufgesprungenen) Kapseln sind wieder die einzelligen Sporen überwiegend vertreten.

**) Alles diess gilt ja auch für *Pellia*, deren „mehrzellige Sporen" ich schon vor längerer Zeit als beginnende Keimungszustände gedeutet habe. Vergl. Heft III, pg. 32, wo ich auch die mehrzelligen Sporen von *Fegatella* besprach, und mit den ersten Keimungsstadien derer von *Frullania* und *Radula* verglich.

Digitized by Google

nur zwei, an deren Oberfläche dann noch innerhalb der Sporenmutterzellen die zusammengedrückten beiden andern Sporen (welche übrigens schon ein schwach verdicktes Exospor zeigen) aufgefunden werden. (Taf. III, Fig. 7.) Diese zusammengedrückten Häute der verkümmerten Sporen findet man auch nach Auflösung der Sporenmutterzellen und Freiwerden der Sporen noch erhalten, ja sie lassen sich auch nach voller Ausreifung derselben theils frei zwischen ihnen liegend, theils an ihrer Oberfläche haftend, noch auffinden. Es hängt offenbar diese Erscheinung mit der Mehrzelligkeit der Sporen zusammen, in der Weise nämlich, dass der frühe Eintritt der Keimung in dem einen Sporenpaare auf Kosten der Nährstoffe des anderen Paares erfolgt.

Bei einigen Dendrocerosarten fand ich auch eine Vermehrung durch Brutknospen. Bei *D. cichoraceus* sah ich einzelne Zellen der einschichtigen Lamina zu einem Zellkörper umgewandelt, und dasselbe fand ich bei *D. javanicus*, wo mir auch das in Fig. 13, Taf. II dargestellte Gebilde unterkam, das ich ebenfalls lieber für eine weiter entwickelte Brutknospe als eine keimende Spore halten möchte, da ich in dem betreffenden Rasenstücke keine Sporen, wohl aber jene Brutknospenanfänge auffinden konnte.

3. Notothylas. Sulliv. Taf. IV und V.

Carpolipum Nees, Chamaeceros Milde.

Gottsche: Uebersicht und kritische Würdigung . . etc. in Bot. Zeitung 1858, pg. 10 et seq.

Ueber diese Gattung hat Gottsche in dem oben citirten Aufsatze ein ganz vorzügliches kritisches Referat der über dieselbe bis damals publicirten Beobachtungen veröffentlicht, zugleich aber auch werthvolle eigene Untersuchungen mitgetheilt.

Ich will vorerst die Frage, um deren richtige Beantwortung es sich bei dieser Gattung vor Allem handelt, genauer präcisiren: Hat die Kapsel von *Notothylas* im Allgemeinen denselben Bau, wie die der verwandten Genera *Dendroceros* und *Anthoceros*, oder ist sie diesbezüglich wesentlich verschieden? und speciell: ist auch bei *Notothylas* eine Columella vorhanden und wenn diess der Fall, stimmt diese in ihrer Entstehung mit der von Anthoceros überein, oder nicht?

Sullivant hatte in der Diagnose dieser von ihm aufgestellten Gattung ausdrücklich das Vorhandensein einer Columella betont. Ihm lag *N. valvata* vor. Als Milde später bei Gräfenberg in Mähren die von ihm als *Chamaeceros fertilis* benannte Pflanze auffand, glaubte er anfangs die Sullivant'sche Pflanze vor sich zu haben. Nachdem er sich aber bei genauerer Untersuchung überzeugt zu haben glaubte, dass der mährischen Pflanze die Columella constant fehle und weiters, dass die Kapsel im Laube reife, während er sie bei den Sullivant'schen Pflanzen mit ihrer Spitze aus dem Involucrum hervorgetreten fand, hielt er sich für berechtigt, jene als Vertreterin eines neuen Genus (Chamaeceros) zu betrachten, welches durch die eben berührten Eigenthümlichkeiten sich ebenso von den Anthoceroteen entferne, als den Riccieen nähere.

Digitized by Google

Auf Grund zahlreicher und sorgfältiger Untersuchungen constatirte nun Gottsche, dass bei den Milde'schen Pflanzen sich allerdings häufig eine Columella nicht nachweisen lasse, dass sie aber in anderen Kapseln unzweifelhaft vorhanden sei. Ganz dasselbe fand Gottsche auch bei den von Lehmann angeblich bei Marienbad gesammelten Exemplaren (*Carpolipum fertile* Lehm.). Auch bei der Sullivant'schen Pflanze hatte er schon früher in manchen Kapseln ein Säulchen nicht finden können. Auch bei *N. orbicularis* Sull. fand er Kapseln mit und solche ohne Säulchen, während bei *N. Breutelii* Gottsche (Anthoceros Breutelii Syn. Hep.) ein solches constant vorhanden war. Gottsche betont nun ausdrücklich die grosse Uebereinstimmung der das „Säulchen" zusammensetzenden Zellen mit den freien „sogenannten Schleuderzellen" in Form und Verdickung. Beim Präpariren und Behandeln mit Reagentien „lösten sich mitunter ganze Zellreihen von dem Säulchen ab, und stellten ähnliche Zellen, wie die freien sogenannten Schleuderzellen dar, indem sie in einzelne Zellen zerfielen." „Bei *Notothylas* sind die Columellazellen und die sogenannten Schleuderzellen also lange nicht so verschieden, wie bei den Anthoceros-Arten, wo man keine Columella-Zelle gleichsam zur Schleuderzelle umbilden kann. Diess Verhältniss erlaubt denn auch der Columella bei *Notothylas* sich unter Umständen, die mir bis jetzt unbekannt sind, und scheinbar der Willkühr der Natur unterliegen, ganz in solche Zellen mit netzfaseriger Ablagerung aufzulösen."

Diese Ansicht wornach also bei *Notothylas* wie bei *Anthoceros* constant eine Columella (und wohl auch in gleicher Weise) angelegt werde, dass sie aber manchmal unter gewissen, uns nicht weiter bekannten Verhältnissen in einzelne Zellen zerfallen und somit der Untersuchung entgehen könne, war unzweifelhaft nach den oben mitgetheilten Untersuchungen gerechtfertigt, und schien auch mir nach meinen auf die diesbezügliche Erforschung reifer oder der Reife naher Kapseln gerichteten Beobachtungen für höchst wahrscheinlich. Ich fand nämlich bei *N. melanospora* Sull. und ebenso bei *N. Breutelii* häufig eine Columella, dessgleichen fast immer bei *N. valvata*. Als ich vor einigen Monaten die von Milde gesammelten Pflanzen des *N. fertilis**) untersuchte, fand ich ebenso oft keine, als eine Columella, es fiel mir aber schon damals auf, dass die Columella in keinem Falle über die Kapselmitte hinaufreiche. Auch konnte ich constatiren, dass das Entwicklungsstadium der Kapsel für das Vorhandensein oder Fehlen der Columella ohne allen Einfluss sei. Ich fand nämlich unter den vielen anscheinend reifen Kapseln auch solche, welche in ihrer unteren Hälfte erst Sporenmutterzellen zeigten, die unter sich theilweise selbst noch im Gewebeverbande waren. Wenn irgendwo, so musste die Columella nach der Gottsche'schen Annahme an solchen noch nicht ausgereiften und überhaupt noch unentwickelten Kapseln am sichersten aufzufinden gewesen sein, da wohl weiter anzunehmen war, dass die Auflösung derselben in einzelne Zellen erst später erfolge, gewiss aber nicht vor

*) Der Ansicht Gottsche's zufolge ist diese Art jedoch von *N. valvata* specifisch nicht verschieden.

Digitized by Google

Isolirung der Sporenmutterzellen eintreten könne. Aber merkwürdiger Weise war gerade an solchen Kapseln eine Columella nicht nachzuweisen. Auch die Grösse der Kapsel ist diesbezüglich belanglos. Ich will nämlich schon jetzt erwähnen, dass bei dieser Pflanze die Kapselgrösse keinen Schluss auf den Entwicklungszustand derselben gestattet. Es gibt Kapseln, welche zwei Mm. Länge und darüber erreichen, aber ich fand auch solche, die nur 0·5, selbst 0·3 Mm. lang waren, und doch hatten sie an ihrer Spitze schon reife Sporen, zeigten die beiden Klappen geöffnet und einen Theil der Sporen entleert. Das Vorkommen solcher Zwergkapseln hat mich häufig genug beim Aufsuchen von Jugendzuständen getäuscht, die ich häufig gefunden zu haben glaubte, bis eine genauere Untersuchung mir dann jedesmal die unerwünschte Enttäuschung bereitete. So lange und emsig ich nämlich schon damals in dem mir zur Disposition gestandenen reichen Material (es war im September gesammelt) nach Jugendzuständen suchte, es wollte mir nur ein paar Male gelingen, solche aufzufinden; aber auch diese schienen nicht etwa in Entwicklung begriffene, sondern vielmehr solche zu sein, die auf einen früheren Entwicklungszustand stehen geblieben und abgestorben waren. Die Pflanze musste also in früherer Jahreszeit wahrscheinlich schon im ersten Frühjahr gesammelt und untersucht werden. Meine Hoffnung, sie im vorigen Frühjahr zu erhalten, ging leider nicht in Erfüllung und erst Anfangs October kam ich in den Besitz der Pflanze, da Herr Limpricht in Breslau die grosse Güte hatte, eigens die Fahrt nach Gräfenberg zu unternehmen, um die Pflanze für mich zu sammeln. An dem reichen Material, das mir so von der lebenden Pflanze zur Verfügung stand, machte ich die nun folgenden Beobachtungen.

Die Pflänzchen fanden sich immer nur vereinzelt zwischen *Anthoceros punctatus*, und erschienen nirgends zu Rasen vereinigt. Sie stellten halbkreisförmige Ausbreitungen dar, und waren ihrer Grösse entsprechend mit wenigen oder zahlreichen Früchten (selbst bis zu 10) besetzt. Die Früchte stehen, wie es auch frühere Beschreibungen angeben, ganz am Rande und liegen mit ihrer Längsachse ganz in der Laubebene, erscheinen häufig selbst unter diese hinabgedrückt. Stehen sie einzeln, was aber seltener vorkommt, so erkennt man sofort, dass sie aus einer tiefen Einbuchtung des Vorderrandes entspringen, stehen sie, wie es am häufigsten der Fall ist, zu zwei, da erscheinen sie mit ihren Basen genähert und spreitzen nach der Spitze hin. Auch hier überzeugt man sich bei sorgfältiger Präparation, dass jeder Frucht eine Einbuchtung entspricht, und dass der zwischen ihren Vorderenden sichtbare Laubtheil der die beiden Einbuchtungen trennende Mittellappen ist. (Taf. V, Fig. 17—19.) Da das Wachsthum von *Notothylas* ganz dem von *Anthoceros* gleicht und beide Gattungen auch in der Anlage der Archegonien durchaus übereinstimmen, so ist diese Randstellung der Früchte nur dadurch zu erklären, dass der Scheitel in Folge der Fruchtbildung abstirbt, während bei *Anthoceros* derselbe weiter wächst und die Frucht somit in die Rückenstellung gelangt. Nach den zahlreichen Untersuchungen, die ich anstellte, scheint überhaupt jeder Scheitel nur eine einzige Frucht zu bilden, obwol er

Digitized by Google

zahlreiche Archegonien producirt. Man findet nämlich häufig an der Basis der Früchte (des Involucrums) oder selbst höher an denselben und im Gewebe versenkt, abgestorbene Archegonien, was aber ausserdem für die oben gemachte Angabe spricht, dass jede Frucht einem gesonderten Scheitel der Laubachse entspreche. Freilich ist der Scheitelpunkt nicht zu erkennen, wie überhaupt Früchte tragende Pflanzen nirgends mehr ein Scheitelwachsthum zeigen, und alle Zeichen des Absterbens an sich tragen. *Notothylas* ist also entschieden eine einjährige Pflanze.

Die Früchte zeigten fast durchgehends das gleiche Entwicklungsstadium und waren nahe der Sporenreife. Die Kapseln waren in ihrer oberen Hälfte rothbraun, in ihrer unteren heller gefärbt, und fast ausnahmslos noch von der Hülle überdeckt, die in ihrem oberen Theile namentlich aber am Scheitel kürzere und längere lappenartige Anhänge zeigte. Die Kapseln waren noch sämmtlich geschlossen, und enthielten in ihrem Scheitel isolirte Sporen, weiter grundwärts Sporentetraden, dann Sporenmutterzellen. Unterhalb dieser verschmälert sich die Kapsel rasch zu einem ganz kurzen Stiele, der in einen mächtigen Bulbus übergeht, dessen Oberflächenzellen wie bei *Anthoceros* schlauchförmig auswachsen, und so eine innige Verbindung mit dem umgebenden Gewebe herstellen. An der Grenze zwischen Stiel und Bulbus, oder etwas oberhalb dieser, erscheint häufig eine Zelllage braun gefärbt und abgestorben, ja öfters findet man die Kapsel an dieser Stelle ganz losgelöst und frei im Involucrum liegend.*)

Von solchen frei heraus gefallenen Kapseln und anderen, die erst aus dem noch vollkommen geschlossenen Involucrum heraus präparirt wurden, habe ich nun viele Dutzende auf das Fehlen oder das Vorhandensein der Columella untersucht. Zu dem Ende wurde zuerst unter dem Präparirmikroskope von dem noch mit der Kapsel in Verbindung gebliebenen Stielstumpfe eine Querscheibe abgeschnitten, um mich durch Untersuchung der Querschnittsfläche zu überzeugen, dass auch im Centrum desselben die Zellen vorhanden seien, dass also — was ja immerhin möglich wäre — beim freiwilligen oder künstlich bewirkten Lostrennen der Kapsel nicht etwa die Columella aus derselben herausgerissen worden wäre. Ich will gleich hier bemerken, dass diess bei keiner Notothylasart der Fall ist, auch dann nicht, wenn man beim Lostrennen der Kapsel ganz roh verfährt. Ist also überhaupt eine Columella vorhanden, dann muss sie jedenfalls in der noch geschlossenen Kapsel aufzufinden sein. Solche Kapseln wurden nun mit aller Vorsicht geöffnet, und auch nicht bei

*) Diese Lostrennung der Kapsel vom Bulbus tritt also unzweifelhaft öfters vor der Reife des unteren Kapseltheiles ein und erinnert unwillkührlich an ähnliche Vorkommnisse bei den Riellen. In späteren Entwicklungsstadien scheint diess aber ausnahmslos vorzukommen. Wenn man Herbarmaterial einige Zeit aufweicht, so findet man immer in der Flüssigkeit herausgefallene Kapseln verschiedenen Entwicklungsstadiums. Auch an den Culturen fand ich später häufig frei herumliegende Kapseln — die — vielleicht beim Bespritzen der Pflanzen aus dem geöffneten Involucrum herausgeschleudert — vielleicht durch Thiere waren herausgezogen worden.

Digitized by Google

einer einzigen eine Columella vorgefunden. Alle Kapseln ohne Ausnahme, auch solche, in welchen an der Spitze schon isolirte Sporen vorhanden waren, zeigten weiter grundwärts: Sporentetraden, dann Sporenmutterzellen, die in der Höhe des ziemlich scharf abgegrenzten Stielansatzes in unter sich fest verbundene Zellen übergingen. Dabei zeigten sich die Sporen, resp. Sporentetraden und Sporenmutterzellen deutlich in Querreihen geordnet, welche durch Lagen steriler Zellen getrennt schienen. Da letztere durch das Wasser jedoch sich vielfach von einander trennten, so griff ich zu der bei *Anthoceros* angewendeten Methode, die Kapseln durch längeres Liegen in Alkohol zu härten, dann Schnitte anzufertigen, diese dann in Wasser zu legen und die fertilen Zellen durch Betupfen mittelst eines zarten Pinsels zu entfernen. Das gelingt nun an Quer- und Längsschnitten ganz vortrefflich und an so hergestellten Präparaten wird die natürliche Lagerung der Zellen auf das Klarste zur Anschauung gebracht. Von den vielen so hergestellten Präparaten, die sich ganz gut aufbewahren lassen, habe ich auf Taf. IV, Fig. 8, ein Stück abgebildet: Die sterilen Zellen stehen sämmtlich unter sich im Gewebeverbande und lassen zwischen sich Räume, in welchen die Sporentetraden liegen. Die in diesem Bilde vorzüglich quer verlaufenden, unter sich zusammenhängenden Reihen steriler Zellen sind aber (wie die Vergleichung entsprechender Querschnitte zeigt) nur die Durchschnitte von zusammenhängenden Zellschichten, die hauptsächlich in Querrichtung aber in Folge der Verbindung mit anderen höher und tiefer liegenden auch in geneigter Lage den Sporenraum durchsetzen. Es entstehen also auf diese Weise Kammern, die vorzüglich in Querlagen geordnet sind und in denen die Sporentetraden liegen.

Wenn wir mit dieser Vertheilung und Anordnung der Elemente des Sporenraumes jene vergleichen, wie sie bei *Anthoceros* (Gruppe C) vorkommt, so liegt — abgesehen natürlich vom Vorhandensein oder dem Fehlen einer Columella — der Unterschied eigentlich nur darin, dass dort die sterilen Zellen zu Strängen, hier zu Flächen verbunden sind, dort also ein Netzwerk, hier ein Kammerwerk bilden.

So ist es in Kapseln, welche auch in ihren ältesten Theilen nicht weiter als bis zur Bildung von Sporentetraden vorgeschritten sind. Aber auch in jenen Regionen einer Kapsel, in welcher die Sporen schon in Folge Auflösung ihrer Mutterzellen sich von einander trennen, lässt sich auf die oben besprochene Weise noch immer das aus den zusammenhängenden sterilen Zellen gebildete Kammerwerk darstellen, in dessen Räumen die Sporengruppen vertheilt sind. Erst bei voller Reife der Sporen trennen sich auch die sterilen Zellen aus ihrem Verbande, doch findet man noch immer einzelne Zellen zusammenhängend.

Die sterilen Zellen sind noch zur Zeit, als zwischen ihnen Sporentetraden sich befinden, dicht mit Stärke erfüllt und grün. Später verlieren sie ihren Inhalt, die Wände werden gebräunt, und zeigen einzelne in Spirallinien verlaufende Verdickungsstreifen.

Nach dem oben Mitgetheilten ist es also nicht dem geringsten Zweifel unterworfen, dass in den derart untersuchten Kapseln ein Columella auch der Anlage nach nicht vor-

Digitized by Google

handen war. Nun habe ich schon oben mitgetheilt, dass ich an den von Milde an demselben Standort gesammelten Pflanzen nebst vielen columellalosen Kapseln auch solche fand, bei denen ein die Axe der Kapsel durchziehender Zellstrang vorhanden war. Die Zellen dieser „columella" waren aber den freien sterilen Zellen durchaus gleich gebildet und verdickt, und es war naheliegend anzunehmen, dass solche axil verlaufende Stränge einfach durch eine bestimmte Vertheilung der Kammern entstehen, in der Weise, dass diese sämmtlich extraaxillär gelegen seien, wodurch dann die mehrschichtigen (vergl. Fig. 8) Kammerwände in der Axe der Kapsel einen dieselbe durchziehenden continuirlichen Zellenzug bilden müssten. Diese Ansicht erhält eine Stütze durch die Thatsache, dass an den aus noch nicht reifen Kapseln herausgerissenen Mittelsäulchen fast immer die Rudimente der Kammerwände haften, die dann im Durchschnitt wie horizontal verlaufende, vom Mittelsäulchen ausgehende Zellenzüge erscheinen. Da aber ganz unzweifelhaft auch in reifen Kapseln dieser axile Strang steriler Zellen aufgefunden wird, und in Regionen der Kapsel vorkommt, wo die übrigen sterilen Zellen sich ganz von einander getrennt haben, die Kammerwände also nicht mehr vorhanden sind, so müssen die Zellen der den Mittelstrang zusammensetzenden Theile jener Kammerwände offenbar in innigerer Verbindung geblieben sein, und eine Differenz zwischen ihnen und den ausserhalb des Stranges liegenden sterilen Zellen war denn doch immerhin gegeben. Aber so viel konnte aus diesen Untersuchungen schon geschlossen werden: Da es unzweifelhaft Kapseln gibt, in welchen ein Theil der sterilen Zellen nicht zu einem Mittelstrang vereinigt ist und dieser dann auch in jenen Theilen der Kapsel fehlt, wo die übrigen sterilen Zellen noch in Gewebeverbindung sich befinden, ein solcher Mittelstrang also auch gar nicht angelegt worden sein kann, so muss die Differenzirung der Gewebe- wenigstens für solche columellalosen Kapseln eine andere sein, als für *Anthoceros*.

Die Ansicht erhielt noch durch Folgendes eine weitere Stütze: Wenn man aus Kapseln, welche in ihrem unteren Theile Sporenmutterzellen zeigen, unmittelbar unter der Region, in welche diese aus dem Gewebeverbande treten und sich abrunden, also an der Uebergangsstelle in den Stiel, Querschnitte anfertigt, so treten an denselben nur zwei Gewebepartieen scharf hervor: Eine peripherische (offenbar die Kapselwand darstellende) und eine mittlere (dem Sporenraume entsprechende). Diese mittlere Partie besteht aus vier quadrantisch geordneten Zellgruppen, in welchen aber weder eine peripherische (Ring-) Zone (etwa der fertilen Schichte bei Anthoceros und Dendroceros entsprechend) noch ein centraler (der Columella entsprechender) Theil hervortritt (Taf. IV, Fig. 6 a). Der dazu gehörige Längsschnitt zeigt, dass diese axile Partie sich nach abwärts verjüngend in den Stiel hinein fortsetzt, und dort auf zwei Zellreihen (im Längsschnitt) reducirt erscheint (Fig. 6 b). Querschnitte durch den Stiel (Taf. IV, Fig. 5, 7) zeigen nun ausnahmslos vier quadrantisch gelegene Zellen, und eine peripherische Zone, die nachweisbar durch Spaltung einer Schichte entstanden ist.

Digitized by Google

Es besteht also im Baue des unteren Sporogontheiles ein wesentlicher Unterschied gegenüber *Anthoceros*, wo ja sporenbildende Schichte und Columella bis an den Bulbus hin vollkommen scharf differenzirt sind. Für *Notothylas* kommt man zur Anschauung, es durchziehe den Kapselstiel ein aus vier Zellreihen gebildeter Zellstrang, der, sich nach oben erweiternd, unmittelbar in den Sporenraum übergeht.

Es schien mir aber durchaus nothwendig, auch noch durch Studium der Entwicklungsgeschichte weitere Beweise dafür beizubringen. Ich begann nun, unterstützt durch Herrn Waldner, das vorhandene Material nach jüngeren Sporogonen zu durchsuchen.*) Es war ja möglich, in der Entwicklung verspätete oder in frühen Stadien abgestorbene Sporogone aufzufinden und es konnten auch die letzteren um so eher verwerthet werden, als ich aus vielfältig an anderen Moosen gesammelter Erfahrung wusste, dass die abgestorbenen Embryonen immer normale Entwicklungszustände darstellen. Es gelang uns, in der That, einige Embryonalstadien aufzufinden.

Fig. I der Taf. IV stellt das jüngst beobachtete Stadium dar. Der untere, wohl nur dem Bulbus angehörige Theil wurde, weil fest im Gewebe haftend (vergl. Fig. 3, 4 c, 10, 11), bei der Freipräparirung abgerissen. Der obere (Stiel- und Kapsel-) Theil zeigt einen axilen aus vier Zellreihen bestehenden Strang, umgeben von einer einzigen Zellschichte.**) Der Querschnitt zeigte deutlich ursprüngliche Quadrantentheilung und die Quadrantenwände verliefen continuirlich durch den ganzen Embryo. Eine Bildung von Stockwerken war nicht wahrzunehmen, der ganze über $\alpha - \beta$ befindliche Theil schien also aus einem Stockwerke hervorgegangen, das durch sich kreuzende Längswände ursprünglich in vier Zellen zerfallen war, in welchen die Differenzirung in Innen- und Aussenzellen erfolgte.

Fig. 2 zeigt ein älteres Stadium, das sich ganz gut an das der Fig. 1 anschliesst. Die peripherische Zelllage ist unten in 2, oben in 3 Schichten getheilt; der axile Zellstrang verbreitet sich nach oben; in seinen durch zahlreiche Quertheilungen flach scheibenförmig gewordenen Zellen haben nun auch Längs- und Schieftheilungen stattgefunden. Es schliesst sich dieses Stadium sehr schön an die Fig. 6 an und beweisst die Richtigkeit der früher gezogenen Schlussfolgerung.

Wir fanden später noch zwei Embryonalstadien, die ganz mit dem zuletzt besprochenen übereinstimmten,***) daher ich die Mittheilung der Zeichnungen für überflüssig halte.

---

*) Wir mussten, sollte nicht in der ganzen Beobachtungsreihe eine bedeutende Lücke bleiben, zu dieser ungemein mühsamen und Wochen in Anspruch nehmenden Methode schreiten, da wir leider jede Hoffnung aufgeben mussten, im Frühjahre gesammeltes Material zu erhalten.

**) Ich möchte hier schon darauf aufmerksam machen, dass annähernd gleich grosse Embryonen von Anthoceros und Dendroceros schon Columella und fertile Schichte angelegt haben. (Vergl. Taf. I, Fig. 3, 10, 11, Taf. III, Fig. 10.)

***) Alle diese Objecte befinden sich als Präparate in meinem Besitze.

Digitized by Google

Auch das ältere, von Milde gesammelte Material wurde nun durchmustert und wir waren wieder so glücklich, einige belehrende Objecte aufzufinden.

Fig. 3 stellt den optischen Längsschnitt durch ein Sporogon dar, in dessen oberem Theile schon ganz deutlich abgerundete grössere Zellen (Sporenmutterzellen ?), die in Querreihen liegen, erkenntlich sind. Auch dieses Stadium schliesst sich an das in Fig. 2 dargestellte gut an. Das durch längeres Liegen in Kalilösung durchsichtig gemachte Object wurde unter dem Präparirmikroskope in Stücke zerschnitten. Der Querschnitt durch den unteren Theil (Fig. 3 b) war in der mittleren Partie gut erhalten; beim Zerschneiden des oberen Stückes fielen aber die Elemente des Innenraumes (wohl auch in Folge der Einwirkung des Kali) auseinander, und es wurde ein brauchbares Bild des Querschnittes nicht erhalten.

Fig. 4 zeigt Ansichten eines anderen Sporogons, das aber, seinem Aussehen nach zu urtheilen, abgestorben war. Der Kapseltheil war cylindrisch (nicht wie Fig. 2 und 3 keulig), die Zellen des Stieles bis an die schlauchförmig ausgewachsenen des Fusses (bis x . . y) braun gefärbt (Fig 4 c). Der Querschnitt des Stieles (Höhe α . . β) zeigte die Kreuztheilung mit vier centralen und acht peripherischen Zellen (vergl. Fig. 1 b); der Querschnitt durch die Mitte des Kapseltheiles (Fig. 4 b) zeigte wieder die quadrantisch geordneten centralen Zellgruppen (vergl. Fig. 2 b, 3 b, 6 a), und auch der Längsschnitt (Fig. 4 a) zeigte, wie in den früheren Objecten, nur den axilen Strang und die Rindenschichte.

Da weitere Objecte, die die Lücken ausfüllen sollten, die sich noch in der Reihe der Entwicklungsstadien vorfanden, absolut nicht aufzufinden waren, wurde nun eine andere Notothylasart der Untersuchung unterzogen.

Bei *N. valvata* findet man in den Kapseln in der Regel eine Columella, öfters aber auch keine. Die Zellen der Columella unterscheiden sich (mit Ausnahme eines noch zu besprechenden Falles) in Nichts von den freien sterilen Zellen (Taf. V, Fig. 13) und es sind die Verhältnisse in jeder Beziehung wie bei *N. fertilis*. Ueberhaupt fand ich den Kapselbau häufig ganz so, wie bei dieser Art. Aber unzweifelhaft gibt es noch eine zweite Form: Eine fünf Mm. lange Kapsel *) hatte eine besonders starke Columella entwickelt, deren Zellen sich wesentlich von den da und dort ihr anhaftenden sterilen Zellen unterschieden (Taf. V, Fig. 4). Ein Querschnitt durch den Grund, unmittelbar unter der Region der sich aus dem Verbande lösenden Sporenmutterzellen, zeigte nun eine ganz deutliche Columella quadratischen Querschnittes und sechzehnzellig, also vollkommen der gleichend, wie sie bei Anthoceros gefunden wird (Taf. V, Fig. 1). Um sie herum war eine Zellschichte gelagert, die in Folge tangentaler Theilungen ihrer Zellen als aus Radialreihen zusammengesetzt erschien (Sp); sie setzte sich nach aufwärts unmittelbar in die Sporenregion fort, und entsprach offenbar der sporenbildenden Schichte. Am noch tieferen durch den

*) Ich besitze noch die betreffenden Präparate.

Digitized by Google

Stiel geführten Querschnitte (Fig. 2) erkannte man noch das aus vier Zellen bestehende Columellaquadrat und eine dasselbe umgebende Schichte, welche wohl die Fortsetzung der sporenbildenden Schichte darstellte. Ob diese genetisch zur Columella oder zur Rinde gehöre, konnte natürlich bei dem Umstande, als ja offenbar altes Gewebe vorhanden war, in dem schon vor langer Zeit Zelltheilungen jeder Art aufgehört hatten, mit Sicherheit nicht gesagt werden. Aehnliche Querschnitte wie Fig. 1 und 2 erhielt ich noch mehrere Male und Fig. 3 zeigt die schematisirte Darstellung eines am oberen Stielende geführten Querschnittes, der ein Zwischenstadium zwischen jenen beiden Figuren repräsentirt.

Ich werde später noch auf diese Kapselform zurückkommen und will vorerst weitere bei anderen Nothylasarten gemachte Beobachtungen mittheilen:

Bei *N. melanospora* fand ich in allen Kapseln eine Columella. Meist sind ihre Zellen von den übrigen sterilen Zellen nicht verschieden (Fig. 14 a). Einmal aber fand ich eine viel dickere, aus langgestreckten Zellen gebildete Columella (Fig. 14 b).

Bei *N. Breutelii* war in gleicher Weise häufig eine Columella vorhanden, deren Zellen von den freien sterilen Zellen sich nicht wesentlich verschieden zeigten. In einer sehr grossen (ohne Stiel 5 Mm. langen) Kapsel*) fand sich aber eine mächtige Columella, deren Zellen zwar nicht viel länger waren, als die freien sterilen Zellen, denen aber jede Spur jener ausgezeichneten Verdickungsleistchen fehlte, die an den freien sterilen Zellen so auffällig sind (Taf. V, Fig. 6). Durch die scharfe Abgrenzung der peripherischen Zellen, die glatte Oberfläche (vergl. die Querschnitte) stellte sich dieselbe als ein scharf differenzirter den Sporenraum durchziehender Zellstrang dar und stand diesbezüglich den Columellen der Anthoceros- und Dendrocerosarten in keiner Weise nach.

Da von *N. Breutelii* ein ziemlich reichliches Herbarmaterial vorhanden war, wurde nun auch hier, wie bei *N. fertilis*, nach Jugendzuständen geforscht, und es wurden in der That einige aufgefunden:

Ein solches Object ist in Fig. 9 der Taf. IV dargestellt. Aus der Betrachtung der Längs- und Querschnitte kommt man zur Ansicht, dass auch hier der Stiel von einem aus vier Zellreihen bestehenden (axilen) Strange durchzogen wird, der sich nach oben (dem Kapseltheil) erweitert und aus dessen Zellen durch weitere Theilungen der Sporenraum inclusive der Columella hervorgeht; — also zur selben Ansicht, welche sich schon aus den Untersuchungen von *N. fertilis* ergab. Ein ganz ähnliches Object**) wurde auch ein zweites Mal gefunden, und es wurde eben wegen der in allen wesentlichen Punkten vollkommen Uebereinstimmung der Bilder mit den eben besprochenen die Mittheilung derselben unterlassen.

---

*) Es gibt aber auch reife Kapseln von nur 2 Mm. Länge (mit dünner Columella). Ich fand aber auch eine Kapsel die (ohne Stiel) 0·4 Mm. lang und von dem weit vorgezogenen Involucrum bedeckt, doch an der Spitze geöffnet war. In ihrem oberen Theile fanden sich anscheinend ganz reife Sporen.

**) Auch diese Objecte besitze ich in meiner Präparatensammlung.

Digitized by Google

Eine interessante Abweichung zeigt das in Fig. 11 dargestellte Object: Die zwei am Längsschnitte sichtbaren Zellreihen des basalen Theiles verlaufen nicht in gleicher Mächtigkeit auch durch den oberen Theil, sondern die eine scheint successive auszugehen, während die andere um so breiter wird. Da aber die Querschnitte (Fig. 11 b, 11 c) zeigen, dass die vier axilen Zellreihen die ganze Höhe des Sporogons durchsetzen, so konnte jene Ansicht des Längenschnittes nicht in dem Verschwinden (Aufhören) einer oder zweier Zellreihen, sondern nur in einer Torsion ihren Grund haben, welche sich auch durch Drehen des Objectes nachweisen liess, und die natürlich das ganze Sporogon erleiden musste.

Alle diese bis jetzt besprochenen Objecte zeigen wieder, dass auch in jungen Sporogonen von *N. Breutelii* eine Columella der Anlage nach nicht vorhanden ist, und dass auch diese Art, sich in ihren Jugendstadien im Wesentlichen ganz an den fast immer columellalosen *N. fertilis* anschliesst.

Auch bei *N. Breutelii* findet man Kapseln, in deren unterem Theile erst die Lostrennung der Sporenmutterzellen beginnt. Querschnitte, welche man unmittelbar unter dieser Region also ganz an der Kapselbasis (an ihrem Uebergange in den Stiel) führt, geben in der Regel keine brauchbaren Bilder, da die stark geschrumpften Zellen durch kein Mittel ihre ursprüngliche Form wieder annehmen. Ein Paar Male aber war diess doch der Fall, und die Fig. 10 zeigt einen solchen Querschnitt mit dem dazu gehörigen Längsschnitte aus einer columellalosen Kapsel. Wieder sind nur zwei Partieen zu unterscheiden, eine peripherische und eine mittlere, in welcher letzteren alle Zellen gleichartig und sämmtlich in lebhafter Theilung begriffen sind. Es stimmt dieses Bild ganz mit dem entsprechenden von *N. fertilis* (Taf. IV, Fig. 6) überein, und zeigt wieder den tiefen Unterschied dieses Entwicklungsvorganges von dem, wie er bei *Anthoceros* stattfindet.

Bei den auf die Auffindung junger Sporogone gerichteten Untersuchungen wurden auch ein Paar sehr frühe Embryonalstadien aufgefunden. Sie sind in Fig. 10 und 11 der Taf. IV abgebildet. Es geht daraus hervor, dass sich bezüglich der ersten Theilungen *Notothylas* nicht wesentlich anders verhält, als die beiden anderen Anthoceroteengattungen: Es erscheinen auch hier zwei Stockwerke quadrantisch gelegener Zellen gebildet. Die Zellen des unteren fussbildenden Stockwerkes sind wie dort zu Papillen und Schläuchen ausgewachsen; im oberen Stockwerke*) ist die Differenzirung in Innen- und Aussenzellen durchgeführt.

Ich fasse nun im Folgenden alle aus den eben mitgetheilten Untersuchungen gewonnenen Erfahrungen nochmals zusammen:

a. Bei vielen (vielleicht allen?) Arten der Gattung *Notothylas* kommen Kapseln vor, die keine Columella besitzen und es zeigt die Untersuchung halbreifer Sporogone, dass dieselbe nicht etwa erst später durch Trennung der Zellen aufgelöst wird, sondern dass sie auch der Anlage nach nicht vorhanden war;

*) Das bei *Anthoceros* und *Dendroceros* vor weiterer Differenzirung wieder in zwei Etagen zerfällt.

Digitized by Google

b. wenn eine Columella vorkommt, so ist diese in der Regel ein dünner Zellstrang, dessen Zellen den freien sterilen Zellen in Form, Grösse und Verdickung gleich sind; in einigen Fällen aber ist dieselbe viel mächtiger, und ihre Zellen sind anders beschaffen als die freien sterilen Zellen;

c. alle aufgefundenen Jugendzustände zeigten keine Columella;

d. die ersten Embryonalstadien stimmen mit denen von Anthoceros und Dendroceros überein.

Auf Grund dieser Thatsachen können wir nun für die Entwicklungsgeschichte der Sporogone folgendes angeben:

Der Embryo von *Notothylas* zeigt in einem gewissen Entwicklungsstadium zwei Stockwerke von je vier quadrantisch gelegenen Zellen. Die Zellen des unteren Stockwerkes wachsen papillös aus; aus ihrer Gesammtheit geht der Fuss (bulbus) des Sporogons hervor. Das obere Stockwerk bildet den Stiel- und Kapseltheil des Sporogons. Nach vorausgegangenen Quertheilungen differenziren sich in ihm vorerst Aussen- und Innenzellen, und bis zu diesem Zeitpunkte stimmt die Entwicklung mit der bei den anderen Anthoceroteengattungen zu beobachtenden vollkommen überein. Während nun aber bei den letzteren die Innenzellen die Anlage der Columella bilden (die sporenbildende Schichte aber aus der peripherischen Zellenlage abgeschnitten wird), geht bei *Notothylas* aus ihnen der Sporenraum hervor, und wir haben somit hier — wie bei den anderen Leber- (und Laub-) moosen durch die ersten tangentalen Wände die Differenzirung in Kapselwand und Sporenraum eingeleitet. Auch darin besteht Uebereinstimmung, dass der dem Fusse angrenzende Theil des oberen Stockwerkes den Kapselstiel bildet, der jedoch von der eigentlichen Kapsel nicht scharf abgegrenzt ist. Es bilden die Innenzellen somit einen den Kapselstiel durchziehenden Zellstrang, der, sich nach oben verdickend, allmälig in den Sporenraum übergeht. Da in dem letzteren zuerst Querwände und erst später Längswände auftreten, so erscheinen die Zellen vorwiegend in Querlagen angeordnet. Nur ein kleiner Theil dieser Zellen aber wird zu Sporenmutterzellen, der grössere Theil bleibt steril und unter sich im Gewebeverbande, und bildet nun ein Kammerwerk, in dessen Kammern die Sporenmutterzellen liegen, und das erst bei der Reife der Sporen in einzelne Zellen und Zellgruppen zerfällt.

Diess gilt für die columellalosen Kapseln. Für die columellaführenden, und für jene, wo die Columellazellen sich von den übrigen sterilen Zellen nicht unterscheiden, darf man annehmen, dass dieser axile Strang dadurch entsteht, dass die in der Axe des Sporogons liegenden Zellen sämmtlich steril bleiben und auch fester zusammenhängen, dass also die Bildung einer Columella als ein secundärer Vorgang, als eine Folge späterer Differenzirung innerhalb des Sporenraumes betrachtet werden kann. Es würde dann diese Bildung dem die Kapsel von *Pellia* durchsetzenden Elaterenstrang zu vergleichen sein.

Für jene Kapseln aber, deren Columella einen so scharf umgrenzten Strang darstellt, dessen Zellen nach Form, Grösse und Verdickung von den freien sterilen Zellen so

Digitized by Google

wesentlich verschieden sind (Taf. V, Fig. 4 und 6), bleibt die Art der Entstehung der Columella ungewiss. Da sie an Querschnitten durch den Kapselgrund, wo die Sporenmutterzellen noch nicht differenzirt sind (Taf. V, Fig. 1) schon vorhanden ist, und einen regelmässigen (quadratischen) Querschnitt zeigt, so ist ihre frühe Anlage durch bestimmte Theilungsvorgänge wahrscheinlich. Es ist nun zweierlei möglich: Entweder sie wird wie bei Anthoceros angelegt, d. h. sie geht aus den ursprünglichen Innenzellen hervor, und die sporenbildende Schicht entsteht durch eine spätere Differenzirung in den Aussenzellen; oder beide gehören zusammen und entstehen aus den Innenzellen und die Columella ist dann, wie bei den Laubmoosen, die Folge einer sehr früh eintretenden Differenzirung innerhalb jener ursprünglichen Innenzellen, (d. i. des „Grundquadrates").

Ich halte das Letztere für wahrscheinlich. Denn, wenn auch die Form des Querschnittes der Columella (Fig. 1), die Zahl der sie zusammensetzenden Zellreihen, auf *Anthoceros* hinweisst, so muss doch betont werden, dass jener Bau nicht immer vorkommt (Fig. 6), anderseits aber ja auch bei den Laubmoosen (Andreaea) ähnliche Bildungen angetroffen werden. Auch ist es nicht gut denkbar, dass bei einer und derselben Pflanzenart, so wichtige und morphologisch so tief greifende Vorgänge, wie die Anlage der fertilen Zellschichte, in zweierlei Weise stattfinden sollten. Betrachten wir hingegen die Columella als entstanden durch eine spätere Differenzirung innerhalb der Innenzellen, dann schliesst sich diese Bildung vollkommen an jene früher besprochene an. In beiden Fällen (d. h. in allen columellaführenden Kapseln) wäre dann die Columella als Differenzirung innerhalb des Sporenraumes aufzufassen und es würden sich die beiden Kapselformen nur dadurch von einander unterscheiden, dass in dem einen Falle die Columella als durch eine bestimmte Anordnung gewöhnlicher steriler Zellen (gewissermassen secundär) gebildet, in dem andern Falle aber durch einen sehr früh eintretenden Theilungsvorgang innerhalb des Sporenraumes angelegt werde.

Wenn wir diese Anschauung fest halten, dann haben wir in der Art der Kapselentwicklung bei der Gattung *Notothylas* unmittelbar das verbindende Glied zwischen den typischen Sporogonen der Lebermoose und denen der Laubmoose. Die Kapselentwicklung dieser Gattung schliesst sich dann unmittelbar an die jener Lebermoose an, die innerhalb des Sporenraumes neben den Sporenmutterzellen eine grosse Zahl steriler Zellen besitzen, die ringsum die Sporenmutterzellen umgebend und mit Stärke erfüllt, diesen Stoff nicht zur eigenen Wandbildung verwenden und sich nicht zu Schleuderzellen ausbilden, sondern nur als Reservestoffbehälter für die sich entwickelnden Sporen fungiren, und mit der Ausbildung derselben jede weitere functionelle Bedeutung verloren haben.

Diess ist auch der Fall bei *Corsinia**) und den Riellen und namentlich die letzteren bieten auch noch in mancher anderen Beziehung höchst interessante Vergleichspunkte: Bei

*) Bei Corsinia bilden die sterilen Zellen in gleicher Weise Kammern, deren Wände aber immer aus mehreren Zellschichten bestehen. Bei den Riellen scheint diess allerdings nicht der Fall zu sein.

Digitized by Google

ihnen ist nämlich in gleicher Weise der mächtige Bulbus durch einen dünnen Stiel mit dem Kapseltheil verbunden, und auch bei ihnen wird durch Absterben der Stielzellen vor der Sporenreife die Kapsel vom Stiel getrennt und bleibt in der Hülle (bei *Notothylas* wenigstens häufig) vorläufig eingeschlossen, und auch die Lagerung der noch nicht differenzirten Elemente des Sporenraumes in Querscheiben stimmt bei beiden Formen überein.

Freilich besteht auch ein wesentlicher Unterschied: Bei den Riellen findet eine durch intercalares Wachsthum bewirkte Verlängerung des Sporogones nicht statt, während bei *Notothylas* dasselbe ja lange fortdauert und an der Uebergangsstelle des Stieles in den Kapseltheil thätig ist. Die andern Jungermanniaceen aber besitzen ja ebenfalls ein solches Wachsthum, welches aber freilich nur den Stiel trifft und somit nur das Emporheben der reifen Kapsel und nicht eine Verlängerung dieser bewirkt, wo aber der Umstand wenigstens erwähnt werden soll, dass auch in diesem Falle die Stelle des intensivsten Wachsthumes in dem obersten Stieltheile liegt.*) Da eine scharfe Grenze zwischen Stiel und Kapsel bei *Notothylas* nicht vorhanden ist, weder im Embryonalstadium, noch später, so kann das intercalare Wachsthum ebenso gut auf den Stiel als auf die Kapsel bezogen werden, da ja die Zellen dieser Wachsthumszone diesbezüglich noch keinen morphologischen Werth besitzen. Die Verlängerung der Notothylaskapsel durch basilares Wachsthum könnte also, im Hinblicke auf die Sporogone der Jungermanniaceen, ebenso gut als eine Einbeziehung des am oberen Stielende sich vollziehenden Zuwachses in die Kapselbildung aufgefasst werden. Unter der, wie ich glaube, nicht zu bezweifelnden Voraussetzung, dass die von mir aufgefundenen Jugendstadien der Notothylassporogone normale Zustände darstellen, ergibt sich aber weiters in der That, dass diese Jugendzustände mit denen der Jungermanniaceen-Sporogone ganz auffallend übereinstimmen:**) Hier wie dort durchzieht den Stieltheil ein aus vier Zellreihen gebildeter Zellstrang, der sich unmittelbar in den Kapseltheil hinein fortsetzend, hier den vorgebildeten Sporenraum darstellt und der dort wie hier gleicher Entstehung ist, indem er durch die ersten tangentalen Theilungen abgeschieden, die Summe der zuerst differenzirten Innenzellen darstellt. Auch möchte ich darauf aufmerksam machen, dass hier, so wie bei *Notothylas* die Abgrenzung des Stieles vom Kapseltheile anfangs keine scharfe ist und erst später sichtbar wird.

Diess gilt für die columellalosen Kapseln. Aber auch für die columellaführenden (wenigstens für die häufige Form derselben) haben wir wieder unter den Jungermanniaceen Vergleichspunkte, da, wie schon oben erwähnt, der axile Schleuderstrang in den Sporogonen von *Pellia* ganz gut mit diesen Notothylas-Columellen verglichen werden kann.

---

*) Vergl. *Askenasy* in Bot. Zeitung 1874, pg. 237.

**) Man vergleiche die in den früheren Heften mitgetheilten Abbildungen so: Heft I, Taf. III, Fig. 9 für *Blasia;* Heft II, Taf. II, Fig. 9 für *Radula* und Taf. X, Fig. 14 für *Jung. hyalina;* Heft III, Taf. II, Fig. 1 und 2 für *Aneura.*

Digitized by Google

Bezüglich der Entwicklung der Archegonien habe ich schon im allgemeinen Theile bemerkt, dass auch Notothylas dem Anthocerostypus folgt, und die Fig. 7, 8, 9 der Taf. V, verglichen mit den Fig. 13 und 14 der Taf. I lassen sogleich diese Uebereinstimmung hervortreten: So wie bei Anthoceros erscheint die von den Wandzellen umgebene mittlere Zelle in drei Zellen getheilt, welche die Anlagen für Centralzelle, Halscanal und Deckelchen darstellen. In der Deckelzelle ist ebenfalls schon eine Theilung eingetreten und so wie bei den beiden andern Gattungen setzt dieselbe gewissermassen die bei Anlage der Wandzellen eingehaltene Spirale und Divergenz fort. Ein Unterschied besteht aber bezüglich der Lage der mittleren Zelle im Segmente. Bei Anthoceros erscheint sie mitten in demselben liegend (Fig. 13 c), bei *Notothylas* (Breutelii) aber an den acroscopen Segmentrand gerückt (Fig. 8, 9). Wenn wir die Oberflächenansichten vergleichen, so erkennen wir den Grund dieser geänderten Lage: Die Bildung der Innenzelle erfolgt nämlich nicht durch drei specifische Theilungsschritte, sondern es werden vegetative Theilungen gewissermassen mit benützt, und die acroscope Hauptwand des Segmentes erscheint auch schon als erste Archegonialwand und die Bildung der Innenzelle wird auf kürzerem Wege erreicht als bei Anthoceros und Dendroceros, bei welcher letzteren Gattung übrigens ja etwas ähnliches (vergl. pg. 33) beobachtet wird.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Anthoceros.

Fig. 2 von *A. vicentianus*, Fig. 8—11 von *A. punctatus*, die übrigen Figuren von *A. laevis*.

(Die Figuren 13—18 nach Zeichnungen des Herrn M. Waldner.)

Fig. 1 (350). Achtzelliger Embryo (0·042 Mm. lang) in Längsansicht. Frei präparirt. Im unteren Stockwerke beginnt das Auswachsen der Fusszellen.

Fig. 2 (350). Zwölfzelliger Embryo (0·075 Mm. lang) in Längsansicht. Frei präparirt. Die Fusszellen zu grösseren schlauchartigen Fortsätzen ausgewachsen.

Fig. 3 (350). Ein älterer Embryo im optischen Längsschnitte. Die Columella erscheint vier Zellenreihen breit. Sie ist von der sporenbildenden Schichte (hier und in den diesbezüglichen Figuren dunkel gehalten) glockenförmig überdeckt. Die Fusszellen in zahlreiche Schläuche ausgewachsen.

Fig. 4 und 5. Sporenbildende Schichte von der Fläche gesehen; unmittelbar vor Abrundung der Sporenmutterzellen.

Fig. 6 und 7. Sporenbildende Schichte desselben Entwicklungsstadiums im Radialschnitte durch das Sporogon.

Fig. 8 (350). Verticaler Längsschnitt durch eine junge Fruchtanlage.

Fig. 9 (350). Oberer Theil eines freipräparirten Embryo, mit papillenartigem Fortsatze der in den nicht geschlossenen Halscanal hineinragte. Die Columella erscheint differenzirt.

a: im optischen Längsschnitte.

b: im optischen Querschnitte.

Fig. 10 (350). Embryo im optischen Längsschnitte. Etwas älter als der in Fig. 3 dargestellte, da die Kapselwand schon zweischichtig erscheint.

Digitized by Google

Fig. 11 (350). Noch älteres Stadium. In dieser wie in der früheren Figur sieht man deutlich, dass die fertile Schichte nicht aus der Columella abgeschieden wird.

Fig. 12 (350). Querschnitt durch die Wand einer reifen Kapsel. Der Schnitt traf eine Spaltöffnung (st).

Fig. 13 (275). Entwicklung des Archegons.

a: Scheitelfläche in Dorsalansicht. Einstellung etwas unter die Oberfläche. Die Archegonanlagen a, b und c erscheinen in ihrem Bauchtheile, d und e in ihrem Halstheile durchschnitten. Namentlich im Archegone b erkennt man die Aufeinanderfolge der die Innenzelle bildenden Wände (1, 2, 3) vollkommen deutlich.

b: Die drei dorsalen, die Archegone a, b und c bildenden Segmente bei Einstellung auf die Oberfläche. In jedem Archegone bemerkt man innerhalb der schon in der früheren Figur sichtbaren Wände, welche die Innenzelle umgrenzten (also gewissermassen innerhalb dieser) eine weitere Wand (4), welche der ersten Theilung in der Deckelzelle entspricht.

c: Der Scheitel im verticalen Längsschnitt. Die Archegone a und d liegen in der Schnittebene. Vergl. die schematische Fig. 25 und die folgende.

Fig. 14 (350). Ein Scheitel im verticalen Längsschnitt mit einer Archegonanlage (a) und einer Spaltöffnung (st).

Fig. 15 (275). Ansicht auf die Aussenfläche (das Deckelchen) eines jungen Archegons, dessen Entwicklungszustand dem Archegon d der Fig. 13 entspricht. In der Deckelzelle ist eine Wand (den Wänden 4 entsprechend) erkennbar. Unter derselben ist der Querschnitt durch den Hals (bei etwas tieferer Einstellung erhalten) durch punktirte Linien eingezeichnet.

Fig. 16 (350). Ein Archegon in Längsansicht, mit deutlicher Bauchcanalzelle.

Fig. 17 (275). Verticaler Längsschnitt durch einen Scheitel, mit zwei Antheridienanlagen (♂).

Fig. 18 (275). Ein ähnlicher Schnitt. Die die beiden Antheridien einschliessende Höhlung erscheint erweitert.

Fig. 19 — 23. Keimende Sporen (19—21 350 mal, 22 und 23 200 mal vergr.).

Fig. 24. Ventralseite des Scheitels eines in Cultur erwachsenen aufrechten Sprosses mit zahlreichen Spaltöffnungen. Zu äusserst an der linken Seite führen zwei Oeffnungen in einen Intercellularraum, dessen Umgrenzung punktirt ist.

Fig. 25. Schematische Darstellung des Scheitelwachsthumes und der Theilungen in den Segmenten am verticalen Längsschnitte. Die römischen Zahlen

Digitized by Google

geben die genetische Folge der Segmente an. Die Segmentgrenzen sind durch stärkere Linien auffallender gemacht. Jedes Segment wird zuerst in eine Innen- und eine Aussenzelle zerlegt.

Tafel II.

Dendroceros.

Fig. 1—10 *D. Breutelii.*

Fig. 1 (350). Vegetationsscheitel im verticalen Längsschnitte; 1—4: Segmente in genetischer Folge; m: erste Theilungswand im Segmente.

Fig. 2 (350). Ein Laubstück mit jungen Archegonien.
a: im verticalen Längsschnitt (der Längsschnitt kann als die Fortsetzung des in Fig. 1 dargestellten Präparates nach rückwärts betrachtet werden). A: Archegon, in dem die Central-Halscanal- und Deckelzelle angelegt ist; letztere ist einmal längsgetheilt. Am: Archegonmutterzelle (?).
b: Das Archegon in Oberflächenansicht.
(In beiden Figuren sind die sich entsprechenden Zellen gleich bezeichnet).

Fig. 3. Schematische Darstellung der Anlage der Archegone in Ansicht auf die Dorsalfläche des Scheitels. Im Archegone a_2 ist der schraffirte Theil die Umgrenzung der Centralzelle; die Theilungen in demselben gehören der Deckelzelle an. Vergl. Fig. 2.

Fig. 4 (350). Archegonanlagen an der Dorsalfläche des Scheitels. Vergl. Fig. 3.

Fig. 5 (350). Querschnitt durch die Mittelrippe der Laubachse. Der Schnitt legte die Centralzelle (c) eines Archegons blos, dessen Halstheil nicht sichtbar ist: l: einschichtige Lamina.

Fig. 6 (350). Ein Stück der einschichtigen Lamina in Flächenansicht; vor beginnender Spaltung in den Ecken.

Fig. 7 (350). Aelteres Stadium; nach erfolgter Spaltung.

Fig. 8 (350). Keimende Spore, mit einer Spaltöffnung. Das punktirte Zellnetz im Körper der Spore wurde bei mittlerer Einstellung gezeichnet.

Fig. 9 (350). Ein etwas älteres Stadium (die Zellscheibe ist in der Mitte zweischichtig [durch Quertheilung einer Schichte]). Das Exospor erscheint an der Auskeimungsstelle gedehnt, so dass Verdickungspunkte desselben noch auf die Thallusfläche übertreten.

Fig. 10 (350). Ein älteres Stadium, mit einer Nostocansiedlung im Intercellularraum unter der Spaltöffnung, deren Spalte schon geschlossen ist.

Digitized by Google

Fig. 11 und 12 *D. cichoraceus.*

Fig. 11 (350). Eine mehrzellige (aus einer Kapsel genommene) Spore in Durchschnittsansicht.

Fig. 12 (350). Ein ähnliches Object.

Fig. 13—15 *D. javanicus.*

Fig. 13 (350). Junges Pflänzchen mit Spaltöffnung.

Fig. 14 (350). Halbreife Antheridie
a: in mittlerer Längsansicht,
b: im optischen Querschnitt. Der punktirte Kreis bezeichnet die Stieleinsertion.

Fig. 15 (350). Jüngeres Stadium.

Fig. 16. *D. crispus.*

Fig. 16 (50). Eine Nostoccolonie im Querschnitte. m: Mittelrippe, l: einschichtige Lamina. Der Schnitt wurde nach dem Schulze'schen Macerationsverfahren behandelt; die Nostoczellen wurden durch späteres Auswaschen entfernt, und so die Schläuche sichtbar gemacht.

Fig. 17 (200). Oberflächenansicht auf eine ältere Spaltöffnung an der Mittelrippe (von *D. cichoraceus*).

Fig. 18. *D. crispatus.*

Fig. 18 (350). Vegetationsscheitel in Dorsalansicht, zeigend die Entstehung der welligen Laminarlappen bei l, von denen ältere Stadien rechts und links sichtbar sind.

Fig. 19. Schwach vergrösserter Querschnitt durch die Mittelrippe von *D. javanicus.* N: Nostoccolonie; l: Lufträume.

Fig. 20. Pflänzchen von *D. javanicus.* An der Spitze des unteren Seitensprosses links ist eine Gruppe von Antheridien sichtbar (die Decke der sie bergenden Höhlungen geöffnet). Die übrigen kugeligen Körper sind Nostoccolonieen.

Taf. III.

Dendroceros.

D. cichoraceus.

Fig. 1 (350). Querschnitte durch ein halbreifes Sporogon. Die sporenbildende Schichte dunkel schraffirt. Man vergleiche mit diesen Querschnitten den in Fig. 12 dargestellten Längsschnitt.

Digitized by Google

a: Querschnitt durch den Grund der Kapsel; die Kapselwand ist zweischichtig.

b: Etwas höher geführter Querschnitt; es ist ein Theil des Involucrums mit gezeichnet. Die Kapselwand ist vierschichtig.

c: Noch höherer Querschnitt. Die Zellen der fertilen (sporenbildenden) Schichte beginnen sich abzurunden.

d: Querschnitt in der Höhe, wo Elateren und Sporenmutterzellen schon deutlich erkennbar sind. Die Columella (C) ist vollkommen isolirt.

Fig. 2 (350). Gruppen von Elateren und Sporenmutterzellen, die beim Schnitte d isolirt wurden.

Fig. 3 und 4. Junge Elateren (e) an der Kapselwand haftend; in Fig. 4 in drei Zellen getheilt.

Fig. 5. Zellen der fertilen Schichte von der Fläche gesehen.

Fig. 6. Fertile Schichte (f) im Durchschnitt. Ungefähr dem Stadium der Fig. 1 c entsprechend.

Fig. 7 (350). Eine Sporentetrade mit zwei abortirten und zwei entwickelten Sporen.

Fig. 8 (350). Eine entwickelte fünfzellige Elatere.

Fig. 9 (350). Embryo im optischen Längsschnitte. Frei präparirt.

D. crispus.

Fig. 10 (350). Junges Sporogon im optischen Längsschnitte. Gesammtlänge 0.24 Mm. Vergl. Text pg. 34.

Fig. 11 (350). Ein älteres Sporogon. Gesammtlänge 0·54 Mm. Die schlauchförmig ausgewachsenen Zellen des Fusses sind noch mit den Zellen des Involucrums in Verbindung. Die Zeichnung ist genau nach der Natur ausgeführt und nicht schematisch. Zur Erleichterung der Vergleichung mit dem jüngeren in Fig. 10 dargestellten Stadium wurde auch hier die starke Vergrösserung beibehalten, welche auch desswegen von Vortheil war, um die Zellgrenzen genau verfolgen zu können. Vergl. Text pg. 35.

Tafel IV.

Notothylas.

Fig. 1—8 *N. fertilis.*

Fig. 1 (350). Junges Sporogon. (An demselben Laube waren auch fast reife Früchte vorhanden) der untere (Fuss-) Theil wurde bei der Freipräparirung abgerissen.

Digitized by Google

a: im optischen Längsschnitt,
b: im optischen Querschnitt.

Fig. 2 (350). Ein älteres Entwicklungsstadium.
a: im optischen Längsschnitt,
b: im optischen Querschnitt in der Höhe x—y. (In der peripherischen Partie sind nur die Radialwände gezeichnet; die tangentalen waren nicht deutlich sichtbar),
c: Ansicht vom Grunde aus (in der Höhe y—z).

Fig. 3 (200). Ein älteres Stadium eines Sporogons, in dessem oberen Theile die Sporenmutterzellen schon isolirt sind.
a: im optischen Längsschnitte (Sporenmutterzellen und sterile Zellen [Elateren] sind in Querreihen geordnet).
b: Querschnitt in der Höhe x—y. Es ist nur der centrale Theil gezeichnet. Die Theilungen im peripherischen Theile waren undeutlich, weil die Zellen durch den Schnitt zerdrückt worden waren.

Fig. 4 (350). Aus einem jungen (abgestorbenen) Sporogone.
a: Medianer Theil des Sporogons im optischen Längsschnitte. Halbschematisch.
b: Ansicht auf die obere Querschnittsfläche.
c: Fusstheil in Ansicht auf die Oberfläche.

Fig. 5 (350). Querschnitt durch den Stiel einer halbreifen Kapsel mit dem umgebenden Gewebe (unmittelbar über dem Bulbus durchschnitten).

Fig. 6 (350). Aus einer Kapsel, in deren Spitze schon isolirte Sporen vorhanden waren. Die Kapsel war geschlossen und noch ganz vom Involucrum bedeckt.
a: Querschnitt unmittelbar unter der Stelle, wo die Isolirung der Sporenmutterzellen begonnen hatte. Man erkennt deutlich den centralen, aus vier quadrantisch geordneten Zellgruppen bestehenden Theil.
b: Ein Stück derselben Kapsel von der in Fig. a dargestellten Querschnittsfläche abwärts, im optischen Längsschnitte. Halb schematisch.

Fig. 7 (350). Querschnitt durch den Stiel einer zwar noch vom Involucrum bedeckten aber schon geöffneten Kapsel.

Fig. 8 (120). Stück eines axil geführten Längsschnittes aus einer Kapsel in der schon die Sporentetraden gebildet. Das Präparat wurde in der Weise erhalten, dass eine frisch gesammelte Kapsel durch längeres Liegen in Alkohol gehärtet und unter Alkohol durchschnitten wurde. Nach erfolgtem Wasserzusatze wurden die Sporentetraden mittelst eines feinen Pinsels grossentheils entfernt, und so die Lagerung der sterilen Zellen (die dicht mit Stärke erfüllt waren) zur Anschauung gebracht.

Digitized by Google

Fig. 9 und 10 *N. Breutelii.*

Fig. 9 (350). Ein junges (wahrscheinlich abgestorbenes) Sporogon.
a: im optischen Längsschnitte. (Die punktirten Wände waren nicht deutlich.)
b: Querschnitt in der Höhe a . . b,
c: Querschnitt in der Höhe y . . z,
d: Querschnitt in der Höhe x . . y.

Fig. 10 (540). Ein junger Embryo, frei präparirt; 0·078 Mm. lang.
a: In Oberflächenansicht; in der Richtung des Pfeiles x,
b: im optischen Längsschnitt gesehen.

Fig. 11. *N. valvata.*

Fig. 11 (350). Längsansicht eines (abgestorbenen) Embryo.

Fig. 12 (120). Sporen und sterile Zellen (Elateren) aus einer reifen Kapsel von *N. fertilis.*

Tafel V.

Notothylas.

N. valvata.

Fig. 1 (350). Querschnitt durch den Grund einer eine Columella enthaltenden Kapsel. Der Schnitt ist unmittelbar über dem Stiele geführt, und wenig höher waren schon die Sporenmutterzellen isolirt. C: Columella, Sp: sporenbildende Schichte.

Fig. 2 (350). Querschnitt durch den Stiel derselben Kapsel.

Fig. 3 (350). Querschnitt durch das obere Stielende einer andern Kapsel, ein Mittelstadium zwischen Fig. 1 und 2 darstellend. Schematisch.

Fig. 4 (200). Mittlerer Theil der Columella aus der Kapsel der Fig. 1 und 2. Die Columellazellen zeigen keine Verdickungsstreifen und sind dadurch, wie durch ihre Länge von den sterilen Zellen (einige gezeichnet) auffallend verschieden. Vergl. Fig. 13.

Fig. 5 (540). Stück der Oberhaut einer reifen Kapsel im Querschnitt.

N. Breutelii.

Fig. 6 (120). Stück einer Columella aus einer (ohne Stiel) 5 Mm. langen Kapsel, links daneben Querschnitte in verschiedener Höhe, unten einige sterile Zellen mit Verdickungsstreifen.

Digitized by Google

Fig. 7. Entwicklung der Archegonien aus dorsalen Segmenten. Halb schematische Oberflächenansicht. Der schraffirte Theil entspricht der Umgrenzung der Innenzelle, die Theilungen innerhalb derselben (an den drei jüngeren in einer Querreihe stehenden Archegonien) gehören dem Deckelchen an. Die drei älteren Archegonien sind nur angedeutet.

Fig. 8 (350). Das in der Fig. 7 links gelegene Archegon im verticalen Längsschnitte gesehen. s: dorsales Segment, i: dessen erste Innenzelle; c: Centralzelle des Archegons, h: seine Halszellen, d: die beiden Zellen des Deckelchens.

Fig. 9 (350). Ein ähnliches Präparat; die Bezeichnungen wie in der früheren Figur.

Fig. 10 (850). Partie einer columellalosen Kapsel an derem Uebergange in den Stiel.
a: im Querschnitte. Die Einstellung ist etwas unter der wirklichen Schnittfläche genommen, da unmittelbar an derselben die inneren Zellen schon aus ihrem Verbande gelösst waren, das Zellnetz daher nicht mehr sichtbar war.
b: im axilen optischen Längsschnitte, von der in Fig. a dargestellten Querschnittfläche an nach dem Grunde zu.

Fig. 11 (350). Junges Sporogon (vegl. Taf. IV, Fig. 9).
a: im optischen Längsschnitte,
b und c: Querschnitte; die Höhen, in welchen sie liegen, sind durch ihre Durchmesser gegeben.

Fig. 12 (120). Stück einer Columella von *N. fertilis* (daneben links, Sporen und freie sterile Zellen).

Fig. 13 (120). Aehnliches Präparat von *N. valvata*.

Fig. 14 (120). Stücke zweier Columellen aus verschiedenen (unreifen) Kapseln von *N. melanospora*. Die Zellen unverdickt.

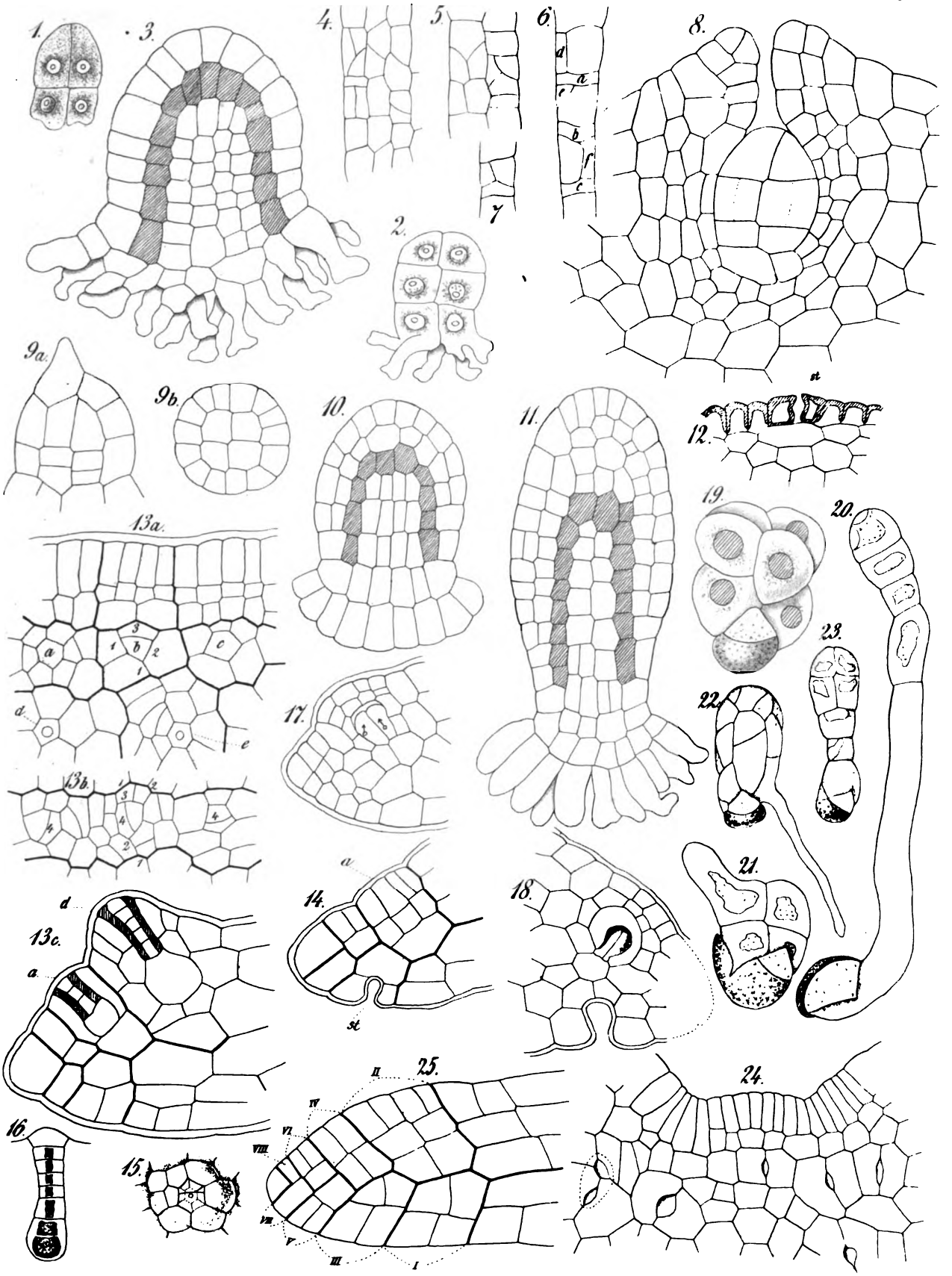
Fig. 15/16 (200). Spaltöffnungen an der Ventralseite des Laubes von *N. valvata*.

Fig. 17 (20). Ein Thallusstück von *N. fertilis* mit einer Zwergkapsel.

Fig. 18 (20). Laubstück mit einer Frucht von *N. valvata*.

Fig. 19 (20). Laub mit normal entwickelten der Reife nahen Früchten von *N. fertilis*. (Man vergleiche die in Fig. 17 bei gleicher Vergrösserung gezeichnete Zwergkapsel gleichen Alters.)

Digitized by Google



Leitgeb & Waldner gez.

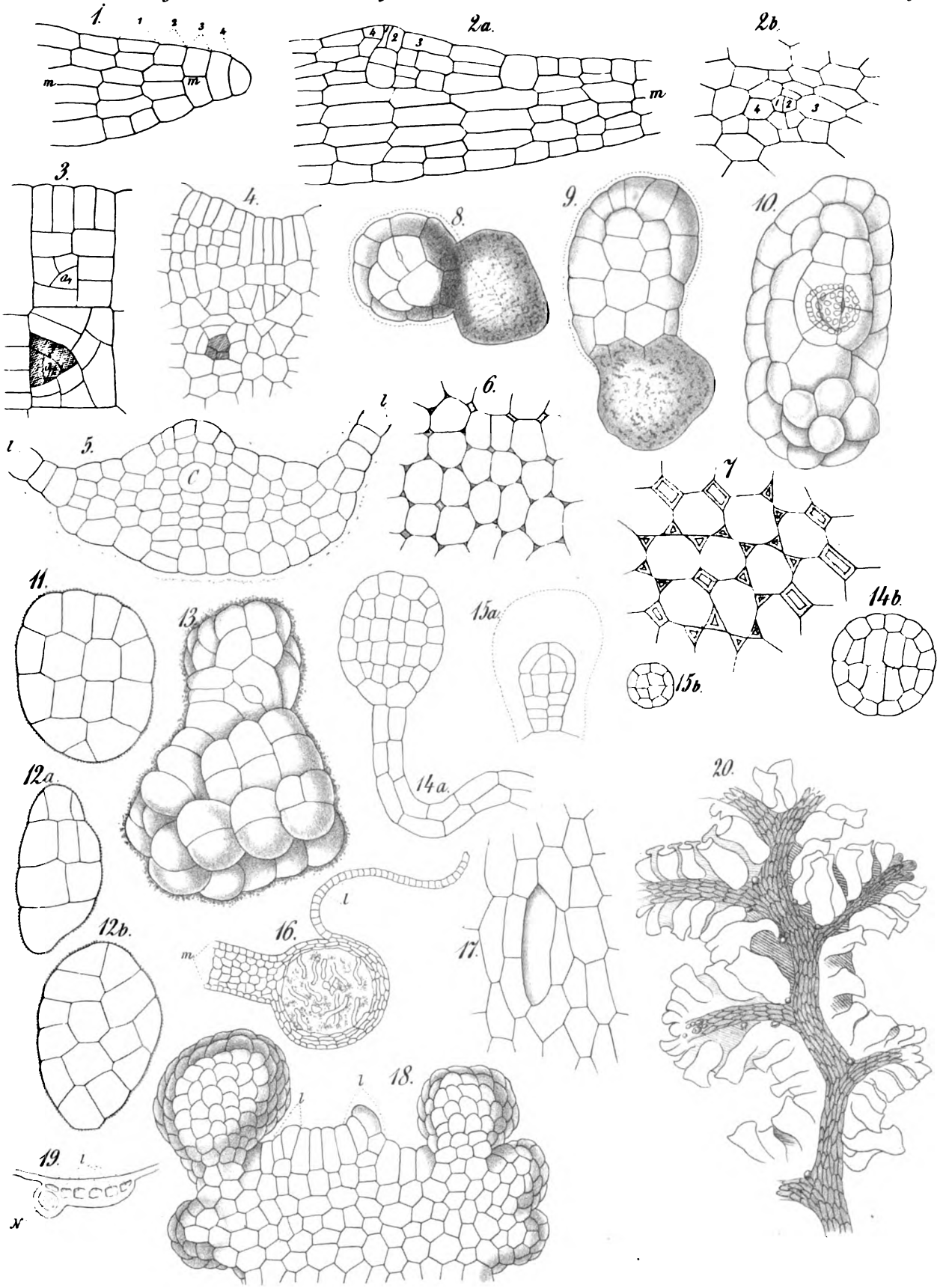
Anthoceros.

Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google



Leitgeb gez.

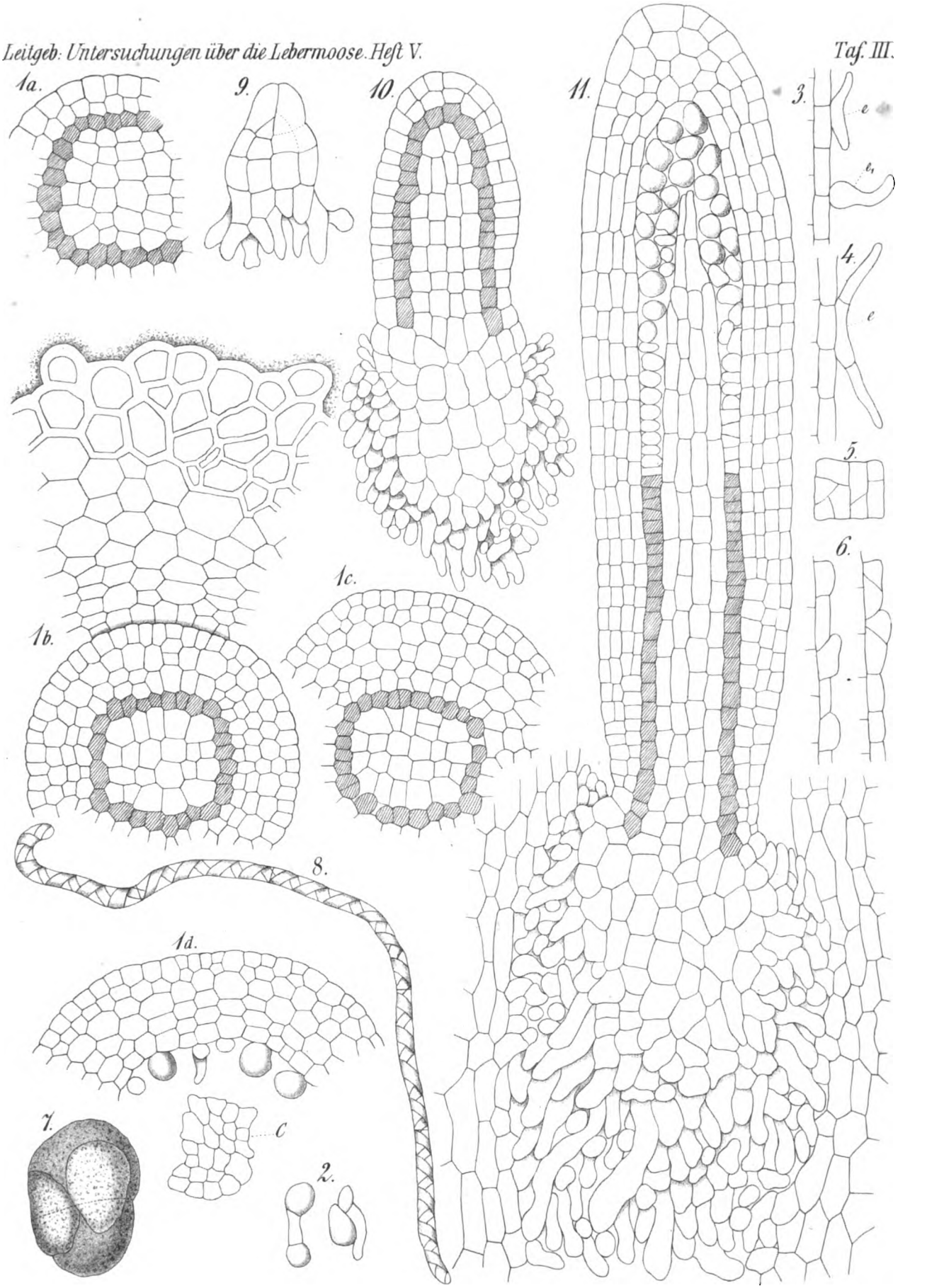
Dendroceros.

Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz

Digitized by Google

Digitized by Google



Leitgeb gez.

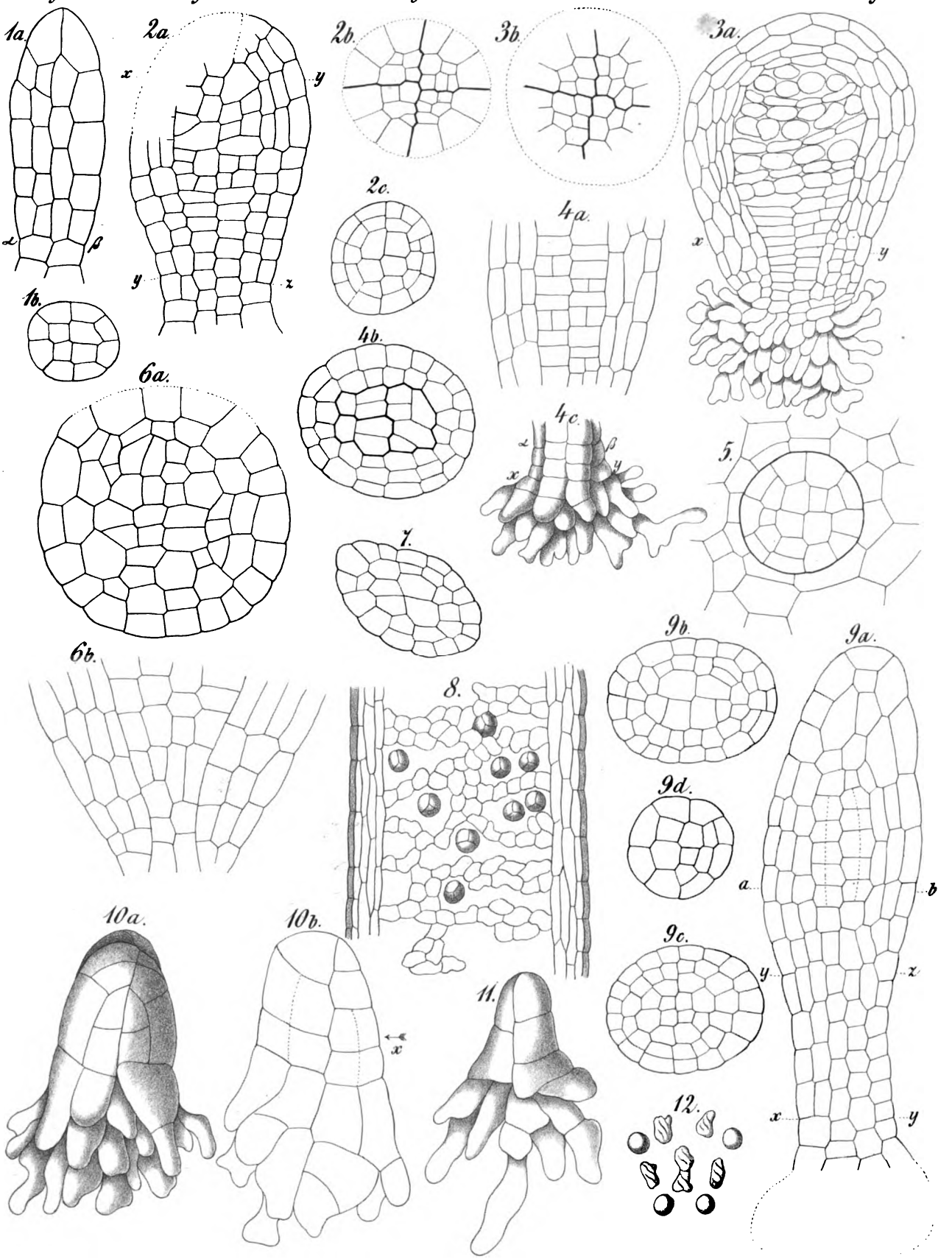
Dendroceros.

Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Verlag v. Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google



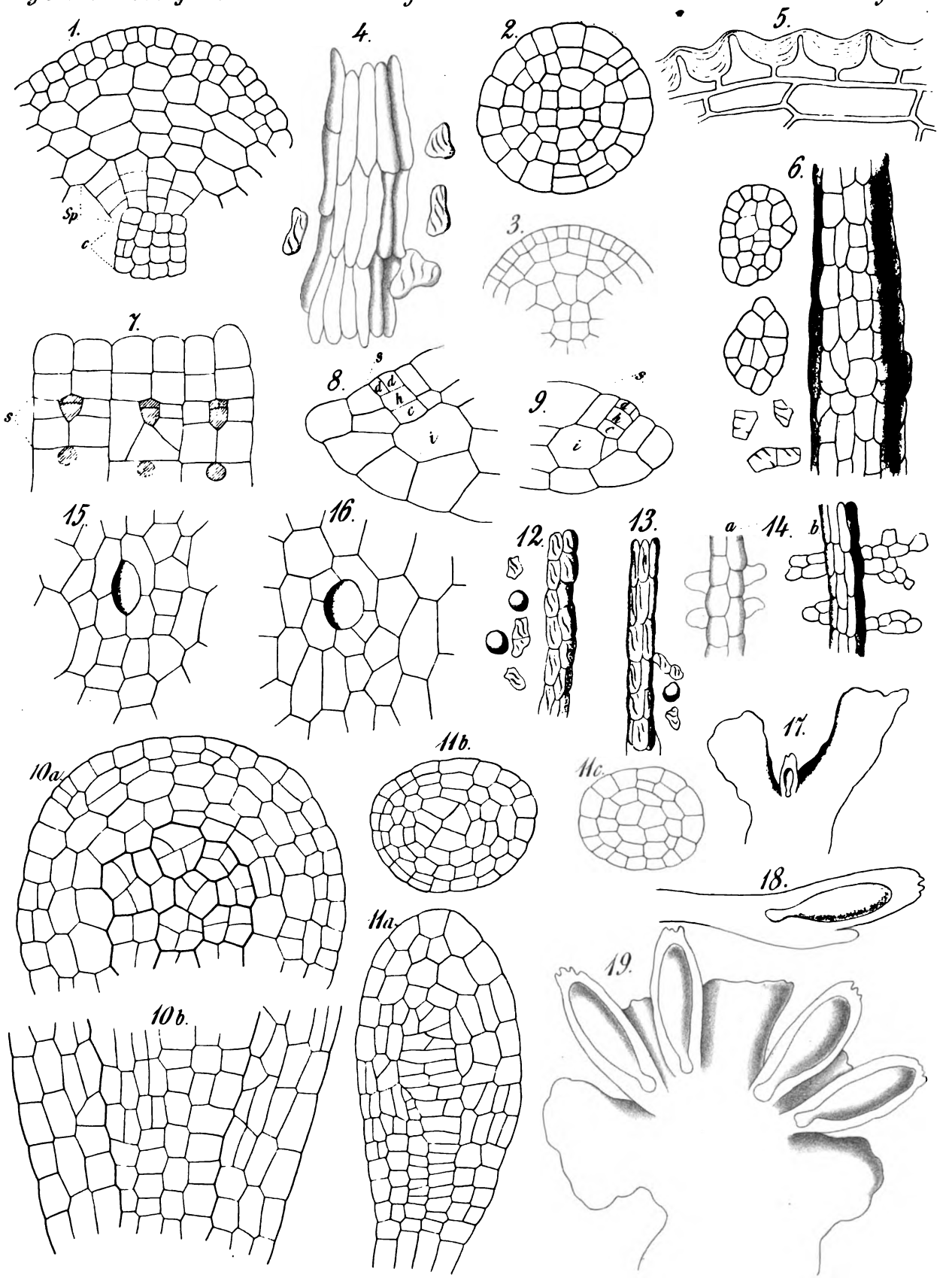
Leitgeb gez. Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Notothylas.

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google



Leitgeb gez.

Notothylas.

Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz

Digitized by Google

Digitized by Google

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

LEBERMOOSE

VON

DR. HUBERT LEITGEB
PROFESSOR DER BOTANIK IN GRAZ.

VI. (SCHLUSS)-HEFT.

DIE MARCHANTIEEN
UND
ALLGEMEINE BEMERKUNGEN ÜBER LEBERMOOSE.

MIT EILF TAFELN.

GRAZ
VERLAG VON LEUSCHNER & LUBENSKY,
K. K. UNIVERS.-BUCHHANDLUNG.
1881.

Digitized by Google

DRUCKEREI: LEYKAM-JOSEFSTHAL, GRAZ.

Digitized by Google

DEM

ALTMEISTER DER DEUTSCHEN LEBERMOOSKUNDE

HERRN

C. M. GOTTSCHE

IN GRÖSSTER WERTHSCHÄTZUNG

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

Digitized by Google

Digitized by Google

INHALT.

I. Allgemeines.

	Seite
Der Sprossscheitel; dessen Lage und Wachsthum und allgemeine Bemerkungen über Scheitelwachsthum	1
Verzweigung	2
Bau des Laubes:	
a: Luftkammerschichte und Athemöffnungen	6
b: Interstitienloses Gewebe	15
Mechanische Zellen	—
Schleimorgane	16
Oelkörper	—
c: Ventrale Rindenschichte	—
Ventralschuppen; ihre Spitzenpapillen und Spitzenanhängsel	17
Rhizoiden	19
Blüthenstände	20
Männliche Inflorescenzen	24
Weibliche Inflorescenzen	28
Ihre Träger (Stiele)	35
Hüllschuppen	37
Hülle	39
Perianthium	41
Entwicklung der Geschlechtsorgane	42
Entwicklung des Sporogones	43
Aufspringen desselben	44
Die Sporen und ihre Keimung	45
Gruppirung der Gattungen	45
Abstammung der Marchantieen aus Riccieen	49
und die Marchantiaceenreihe	51
Beziehungen der Marchantiaceen zu den Jungermanniaceen	52
Verwandtschaftsverhältnisse der Lebermoosreihen unter sich	53
Vergleichung der Sporogone der Lebermoose mit denen der Laubmoose	55
Muscineen und Gefässkryptogamen	59
Abstammung der Muscineen	61

II. Specielle Untersuchungen.

Plagioschasma.	
Die Articulation des Laubes	63
Ventrale Auszweigungen	—
Ventralschuppen	—
Bau des Laubes	64
Geschlechtsstände	65
Hülle	—
Hüllschuppen	67
Sporogon	—

Digitized by Google

	Seite
Sauteria, Peltolepis, Clevea.	
Habitus der Pflanzen und Bau des Laubes	68
Verzweigung	70
Die männlichen Sprosse bei Sauteria	—
Antheridienstände bei Peltolepis	71
Weibliche Inflorescenzen	73
Sporogon	74
Entwicklung des Fruchtkopfes	—
Stellung des Trägers bei Clevea	76
Grimmaldia.	
Bau des Laubes	77
Anlage der weiblichen Blüthenstände	—
Männliche Blüthenböden	78
Reboulia.	
Bau des Laubes	80
Hofmeister's Untersuchungen über Anlage des Blüthenkopfes	—
Eigene Untersuchungen darüber	81
Beschreibung eines abnormen Blüthenstandes	—
Dorsale Stellung verkümmerter Stände	82
Fruchtbildung	—
Antherienstände; Stellung derselben	83
Fimbriaria (incl. Rhacotheca).	
Bau des Laubes	88
Antheridienstände	54
Weibliche Köpfchen	—
Perianthium	86
Sporogon	—
Duvalia.	
Verzweigung	87
Luftkammerschichte	88
Männliche und weibliche Stände	89
Fegatella.	
Wintertriebe	90
Anlage des weiblichen Hutes	92
Deutung desselben und des	94
Antherienstandes	95
Sporen und Keimung derselben	96
Lunularia.	
Weibliche Inflorescenzen	97
Anlage derselben	—
Fruchtbildung	99
Sporogon	102
Antheridienstände	103
Brutbecher	104
Brutknospen; ihre Keimung	—
Preissia.	
Habitus der Pflanze	106
Bau des Thallus	107
Lage des Scheitels	—

Digitized by Google

	Seite
Ventralschuppen	107
Gabelung des Scheitels und Anlage der weiblichen Stände	108
Anlage des Perianthiums	110
Männliche Receptacula	111
Androgyne Stände	112
Marchantia.	
Ventralschuppen (Rand-, Laminar-, Median-Schuppen)	114
Anlage und Ausbildung der Geschlechtsstände	117
der weiblichen	—
der männlichen	121
Sporen; ihre Keimung	122
Keimpflänzchen	123
Dumortiera.	
Bau der Oberhaut; Leistenbildung an derselben	124
Ventralschuppen	126
Rhizoiden	—
Bau der Fruchtköpfe	127
Bau des Sporogones	128
Verwandtschaft mit Marchantia	129
Vegetative Sprossungen an Fruchtköpfen	—
Ueber *D. dilatata* (wahrscheinlich eine Monoclea)	130
Targionia.	
Historisches über den Bau der Frucht	131
Lage des Scheitels	132
Anlage des Archegonstandes	133
Bildung der Frucht und ihrer Hülle	—
Antheridienstände	135
Cyathodium.	
Habitus der Pflanze und Bau des Laubes	136
Ventralschuppen	—
Rhizoiden	—
Historisches über den Fruchtbau	137
Bau des Sporogones	—
Oeffnen der Kapsel	138
Hülle; Bau und Entwicklung derselben	—
Antheridienstände	139
Antheridien	140
Erklärung der Abbildungen	142

NB. Auch in diesem Hefte habe ich mich in der Nomenclatur ganz an die „Synopsis Hepaticarum' gehalten und es schien mir somit die Beifügung der Autornamen überflüssig.

Digitized by Google

Digitized by Google

I. Allgemeines.

Die im vorliegenden Hefte niedergelegten Untersuchungen beziehen sich auf sämmtliche Gattungen, welche in der „Synopsis Hepaticarum“ den Tribus der Marchantieen (mit den Familien der *Lunularieen*, *Jecorarien* und *Targionieen*) bilden. Gegenüber der grossen Mannigfaltigkeit in Form, Gliederung und Bau der Geschlechtsgeneration, wie wir sie unter den Jungermanniaceen, Anthoceroteen und Riccieen (in der in jenem Werke gegebenen Umgrenzung) beobachten, zeichnen sich die dieser Pflanzengruppe angehörigen Formen diesbezüglich durch eine grosse Einförmigkeit aus. Allen ausnahmslos gemeinsam ist der flache kriechende Thallus, der an der Ventralseite mit blattartigen Schuppen und zwei Arten von Rhizoiden besetzt ist, und an dessen Dorsalseite eine von Lufträumen durchzogene Gewebeschichte liegt, die nach aussen durch eine von Athemöffnungen durchbohrte Oberhaut abgeschlossen wird. Namentlich die ventralen Schuppen, die Luftkammerschichte und die Athemöffnungen fehlen keiner hieher gehörigen Pflanze, auch jenen nicht, für welche die Beschreibungen das Vorhandensein dieser Bildungen nicht ausdrücklich angeben (Cyathodium), oder für welche der Mangel derselben geradezu betont wird (Dumortiera). Wie nun aber einerseits in diesen gemeinsamen Eigenthümlichkeiten die nahe Verwandtschaft der dieser Gruppe beigezählten Formen zum Ausdrucke gelangt, so weisst das Vorkommen derselben auch bei den Riccieen ebenso auf die genetischen Beziehungen zu diesen hin, als deren Mangel die habituell so nahestehenden thallösen Jungermanniaceen von ihnen scheidet.

Der fortwachsende Scheitel liegt immer am Grunde einer Ausbuchtung des Laubrandes, die ich als die Scheitelbucht bezeichnen will. Hinter ihr, an der Dorsalseite des Triebes zeigt das Gewebe regelmässig eine muldenförmige Einsenkung (Scheitelmulde), in welche die den Scheitel überdeckenden lappenförmigen Anhänge der Ventral-

Digitized by Google

schuppen herübergreifen. Die Scheitelmulde verflacht sich entweder gegen den Scheitel hin ganz allmälig, oder geht in dem Falle, als die die Bucht bildenden Seitenlappen starkes Dickenwachsthum zeigen, in eine oft sehr enge Furche über (Scheitelfurche), an deren vorderem (resp. unterem) Ende dann der Scheitel liegt. Dabei verläuft die Scheitelmulde resp. Scheitelfurche bei keiner Art horizontal, d. h. in der Ebene der dorsalen Lauboberfläche, sondern senkt sich nach der Ventralfläche hin, und es bildet sich in Folge dessen ein mehr oder minder steiler, oft selbst senkrecht abfallender Abhang, der bis an die jüngsten Ventralschuppen hinabreicht. Zeigt das Gewebe der Ventralseite nur geringes Dickenwachsthum, so liegen die Insertionen der jüngsten Schuppen und somit auch der ihnen unmittelbar anstossende Scheitel fast ganz in der Ebene der Ventralfläche des Laubes (Taf. X, Fig. 1, Taf. XI, Fig. 1 a), im anderen Falle setzt sich der Abhang vom Scheitel aus durch die Insertionen der jüngsten Schuppen noch weiter nach abwärts fort und es zeigt dann ein vertical und median geführter Längsschnitt den Scheitelpunkt ungefähr in der Mitte des mehr weniger steil abfallenden Stirnrandes (Taf. VI, Fig. 4). Ein noch stärkeres Dickenwachsthum der die Scheitelmulde bildenden dorsalen Laubtheile kann es endlich bewirken, dass der Scheitel von diesen überwachsen wird, und gewissermassen nach rückwärts zu liegen kommt (Taf. VII Fig. 7). Die Scheitelfurche verläuft dann (in Dorsalansicht des durchsichtig gemachten Sprosses) von dem den tiefsten Punkt der Scheitelbucht bildenden Vorderrand der Scheitelmulde nach ab- und rückwärts (Taf. VII, Fig. 2); und ist nun auch das ventrale, die Schuppeninsertion bildende Gewebe stark vorgezogen, so erscheint dann der Scheitel am Grunde eines oft sehr engen nach rückwärts führenden, dem Gewebe eingesenkten Kanales, und eine Freipräparirung desselben ist kaum möglich.

Bezüglich des Scheitelwachsthumes verhalten sich die Marchantieen durchaus wie die Ricciеen. Aus der Reihe der den Scheitelrand bildenden Zellen, deren Zahl nach der Weite der Scheitelbucht wechselnd ist, werden dorsale und ventrale Segmente abgeschnitten, und ebenso wird durch verticale Längswände die Zahl der Randzellen vermehrt.*)

---

*) Es würde mich zu weit führen und liegt auch den Zielen dieser Untersuchungen zu ferne, wollte ich hier auf die theoretischen Erörterungen, welche sich an diese Art des Scheitelwachsthumes knüpfen, näher eingehen, um so mehr, als gerade die Scheitel der Marchantieen für die directe Beobachtung höchst ungünstige Objecte abgeben. Meine Anschauungen über diese Art des Scheitelwachsthumes habe ich schon im I. Hefte meiner Untersuchungen pg. 11, im III. Hefte pg. 6, im IV. Hefte pg. 16 niedergelegt, und sie sind auch noch jetzt dieselben und stehen, wie ich glaube, mit den Sachs'schen Ansichten über „Zellanordnung in jüngsten Pflanzentheilen" nicht gerade im Widerspruche. Was zuerst die Frage betrifft, ob man bei dieser Art des Scheitelwachsthumes von Scheitelzellen sprechen könne oder nicht, so glaube ich, dass, will man die auch von Sachs beibehaltene Definition der Scheitelzelle — „wonach eine Zelle dann als Scheitelzelle bezeichnet wird, wenn sich aus ihr das gesammte Gewebe einer Sprossung genetisch ableiten lässt" auch ferner noch gelten lassen, gerade unter Zugrundelegung der Sachs'schen diese Art des Wachsthums illustrirenden Fig. 5 auf Taf. III (Arbeiten des bot. Inst. in Würzburg, Bd. II, Heft I) das Vorhandensein von Scheitelzellen unzweifelhaft hervorttritt, — von einer, wenn man die die Wachsthumsaxe darstellende Gerade X—X herausnimmt, von zwei, wenn man sie als eine Antikline auffasst. Denn, denkt man

Digitized by Google

Die Verzweigung des Thallus erfolgt entweder durch Gabelung des Scheitels, oder durch ventrale Sprossbildung. Wie es mir scheint, besitzen alle Marchantieen beide Formen der Auszweigung, aber es tritt je nach den Gattungen bald die eine, bald die andere Form mehr hervor, und wird für den Habitus der Pflanze bestimmend. So finden wir bei *Marchantia, Lunularia, Dumortiera, Fegatella* eine ungemein reiche Bildung von

---

sich das Scheitelwachsthum noch weiter thätig, den Scheitelpunkt also bei gleichbleibender Form in der Richtung der Wachsthumsaxe vorgeschoben, so müssen fortwährend in den beiden der Wachsthumsaxe (Antikline) anliegenden Zellen neue Antiklinen und Periklinen gebildet werden, und es wird successive ein immer grösserer Theil des Scheitels aus diesen beiden Zellen genetisch abgeleitet werden können. Gewiss sind es nicht dieselben Zellen, die früher vorhanden waren; die jeweiligen Scheitelzellen sind Töchter der vorigen und Schwestern der letzten Segmente; aber daraus folgt noch nicht, dass sie ihren Schwestern gleichwerthig sind, dass sie von ihnen nicht unterschieden werden müssen. Ich möchte denn überhaupt glauben, dass der Scheitelzelle eine viel grössere Bedeutung (nicht so sehr morphologische, als eine physiologische) zukomme, als man ihr zugestehen will. Freilich steht sie in Bezug auf Form und Theilungen unter dem Einflusse des Gesammtwachsthumes des Scheitels und zunächst der sie umgebenden Zellencomplexe (Segmente, deren Wachsthum selbst wieder dem Gesammtwachsthume untergeordnet ist); es beherrscht ein gemeinsames Wachsthumgesetz den ganzen den Scheitel einnehmenden Gewebecomplex; aber das Gesammtwachsthum dieses setzt sich doch zusammen aus dem Wachsthume von Theilcomplexen (Zellgruppen), welche häufig auf eine Zelle (einem aus der Scheitelzelle abgeschnittenen Segmente) zurückführbar sind. Diese Zellen aber zu bilden, dies ist die Aufgabe der Scheitelzelle, resp. Scheitelzellen; sie ist allerdings nicht der Baumeister, der im Vegetationspunkt Alles ordnet und beherrscht, aber sie schafft — wenn man dieses Bild beibehalten will — die Bausteine herbei, mit denen der Bau aufgeführt werden kann. Ihre Thätigkeit ist — Segmentbildung, und in dieser ihrer Function unterscheidet sie sich eben vom Segmente auch dann noch, wenn die ersten Wachsthums- und Theilungsvorgänge in den letzteren denen der Scheitelzelle ganz entsprechen. Wenn im Scheitel von *Blasia* die Scheitelzelle sich theilt (ich gebe selbst zu, in Gestalt und Grösse gleiche Schwesterzellen), so könnte man sich allerdings vorstellen, es wären die beiden Schwesterzellen vorerst noch auch stofflich gleich und erst später mache sich eine Differenz insoferne geltend, als um mit Sachs zu sprechen, der einen später erst blätterbildender Stoff zugeführt wird, während das Protoplasma der anderen stofflich dem der Mutterzelle gleich bleibt. Ich glaube, es lässt sich aber auch die Vorstellung rechtfertigen, dass mit der Theilung der Mutterzelle auch eine stoffliche Sonderung des Protoplasmas eintritt. Ich sehe wenigstens keinen Grund ein, sich dies schwieriger vorzustellen als den Vorgang, wenn aus einer Segmentzelle eine Archegon- oder Antheridiummutterzelle abgeschnitten wird, wo wir doch in gleicher Weise eine stoffliche Sonderung des Protoplasmas anzunehmen genöthigt sind. Wären die beiden durch Theilung der früheren Scheitelzelle entstandenen Schwesterzellen auch functionell gleichwerthig, würden also beide in Bezug auf den Antheil, den sie am Scheitelwachsthume nehmen, sich unter sich und ihrer Mutterzelle gleich verhalten, so würde eben eine Verzweigung eintreten müssen, die wir dann als echte Dichotomie bezeichnen würden. Ich acceptire den Vergleich zwischen dem Wachsthum eines Vaucheriaschlauches und dem etwa eines Moosstämmchens, und gebe zu, dass der Unterschied eigentlich nur darin besteht, dass dort Wachsthum ohne folgende Zelltheilung (Fächerung), hier mit gleichzeitig fortschreitender Fächerung stattfindet. Aber auch dort muss das wahrscheinlich nur eine sehr beschränkte Stelle am Scheitel einnehmende Protoplasma, von dem nur allein das Längenwachsthum ausgeht, anders beschaffen sein, als das an den benachbarten Stellen und den Seitenwänden befindliche, und Nichts hindert uns in der Annahme, dass bei fortwährender Regeneration dieses den „Scheitelpunkt" einnehmenden Protoplasma's in gleicher Weise auch aus ihm seitliche Partieen abgesondert würden, welche also gegenüber jenem und ihrer Betheiligung an dem Scheitelwachsthume sich ähnlich verhalten würden, wie die Segmente gegenüber der Scheitelzelle So wenig geläugnet werden kann, dass bei der Bildung eines Segmentes aus der dreiseitigen Scheitelzelle

Digitized by Google

Gabelzweigen, bei fast gänzlichem Zurücktreten der ventralen Sprossbildung; bei *Targionia* und vielen Fimbriarien dagegen ist wieder letztere Verzweigungsform überwiegend, während bei *Plagiochasma* und *Clevea* beide Arten ziemlich gleich häufig vorkommen.

Aber auch bei reichlicher Anlage von Gabelzweigen kann ein nur wenig verzweigtes Sprosssystem dann in die Erscheinung treten, wenn ein grösserer oder geringerer

---

etwa eines Moosstämmchens ein Theil des Protoplasmas der früheren Scheitelzelle in die neue übergeht, und dass wohl auch in gleicher Weise eine Theilung des Zellkernes stattfindet, so dass eigentlich sämmtliche Zellkerne genetisch auf den der primären am Protonema gebildeten Scheitelzelle und noch weiter zurückgeführt werden können so sehr ist es möglich, das auch die zahlreichen Kerne im Schlauche einer Vaucheria genetisch mit einem genau scheitelständigen zusammenhängen, aus dem also in gleicher Weise, wie aus der Scheitelzelle die Segmente, die benachbarten Kerne u. s. f. abstammen. Schmitz (Sitzgsber. d. niederrhein. Ges. für Natur- u. Heilkunde zu Bonn, 4. Aug. 1879) gibt für die Schwärmzellen von Vaucheria an, dass die hyaline peripherische Plasmaschichte eine grosse Zahl sehr regelmässig angeordneter Zellkerne enthält, deren jedem ein Paar Cilien entsprechen, und er vergleicht die „einzelne Zoospore mit dem hohlkugeligen Verbande zahlreicher Zoosporen anderer grüner Algen." Nun sind ja auch in der Schlauchspitze die Kerne regelmässig angeordnet und dichter gestellt, als in ausgewachsenen Schlauchtheilen, und wir können dann wohl mit demselben Rechte den Vaucheriaschlauch mit einem blattlosen Moosstämmchen (freilich besser mit dem Thallus von *Enteromorpha*) vergleichen, und es würde sich, wenn sich die oben angenommene Zusammengehörigkeit der Zellkerne nachweisen liesse, das Scheitelwschsthum eigentlich nur dadurch unterscheiden, dass hier den Theilungen des scheitelständigen Zellkerues auch die Individualisirung von Zellen und Bildung der Cellulosemembranen nachfolgt, bei *Vaucheria* aber unterbleibt. In diesem Sinne die Thätigkeit der Scheitelzelle (resp. Scheitelgruppe) aufgefasst, vermittelt sie allerdings das Wachsthum, aus ihr fliessen, wie Sachs von dem Urmeristemen sagt, wie aus einer unerschöpflichen Quelle die Segmente und aus diesen die sich differenzirenden Gewebe.

Dass bei dieser Auffassung der Function der Scheitelzelle die Art ihrer Segmentirung gleichgiltig ist, dass diese vielmehr vom Gesammtwachsthume der Segmente abhängig ist, das gebe ich gerne zu, wenn wir uns dadurch auch nicht zu erklären vermögen, dass bei Anlage von Seitenaxen, z. B. schon die drei ersten Theilungen zur Bildung der bestimmt geformten Scheitelzelle führen.

Die rechtwinkelige Schneidung der Wände verträgt sich, wie ich glaube, noch immer mit dieser Auffassung der Bedeutung der Scheitelzellen. Sie erhöht die Constructionsfähigkeit des Zellkörpers, und wird immer eingehalten, wo diese der Hauptzweck ist, sie wird aber andern wichtigen Aufgaben gegenüber, welche durch Zelltheilungen sich kundgebende Differenzirungen bezwecken, auch in den Hintergrund geschoben werden können. So möchte ich glauben, dass bei Abscheidung von Segmenten aus der Scheitelzelle oder der Scheitelzellgruppe die rechtwinkelige Schneidung häufig nicht eingehalten wird. Ich möchte diesbezüglich nur auf den Scheitel von *Psilotum* (in Nägeli und Leitgeb, Wachsthum der Wurzeln, (Taf. XXI, Fig. 8) verweisen, weiters auf die im Querschnitt die Form eines gleichschenkeligen Dreieckes zeigenden Scheitelzellen vieler mit verkümmerten Ventralblättern versehener Jungermanniaarten. Ist der Querschnitt ein gleichseitiges Dreieck, so wird eine geringe Krümmung der Seitenwände allerdings eine rechtwinkelige Schneidung erzeugen, aber es ist dann doch die Frage, ob diese nicht erst secundär entsteht, sei es in Folge der Präparation oder nachträglicher normal vor sich gehender Veränderungen. Ebenso möchte ich es bezweifeln, dass die Sextantenwände in den Wurzeln der Gefässkryptogamen von ihrer Bildung an gebogen sind, und ob bei darauf folgender Abscheidung des Cambiumcylinders das Princip der rechtwinkeligen Schneidung eingehalten wird (Nägeli und Leitgeb l. c., Taf. XVI, Fig. 5). Aber vollkommen sicher ist es, dass in den Sporogonen der Lebermoose bei den endlich zur Scheidung der Elateren- und Sporenmutterzellen führenden Zelltheilungen die rechtwinkelige Schneidung häufig nicht eingehalten wird (vergl. z. B. Heft II, Taf. I, V), ebenso, dass bei der Bildung der Zweigscheitelzellen in den Segmenten von *Fossombronia*, *Lepidozia* u. s. f. die ersten Theilungen

Digitized by Google

Theil der Scheitel zur Bildung der Geschlechtsstände aufgebraucht wird. Der sterile Thallus von *Preissia* zum Beispiel ist ziemlich reichlich gabelig verzweigt, der fertile Thallus erscheint einfacher. Der Grund liegt darin, weil hier schon die beiden erst gebildeten Gabelzweige in die Bildung des Blüthenstandes eintreten, während z. B. bei Marchantia einer der Gabelzweige steril weiterwächst und der Blüthenstand nur aus dem andern hervorgeht. Bei *Preissia* wird nun der Mangel eines sterilen Bruderzweiges ersetzt durch Bildung eines Ventralsprosses, der unmittelbar unter dem fertil gewordenen Scheitel angelegt wird, und in der Richtung des Muttersprosses fortwächst, wodurch die sogenannte „gegliederte oder gliederartig sprossende Frons" gebildet wird. Ich will aber gleich hier erwähnen, dass die gegliederten Thallome mancher Gattungen (namentlich *Plagiochasma*) nicht immer wie bei *Preissia* Sympodien derselben, sondern dass sie auch so entstehen können, dass an demselben Triebe stellenweise die Bildung der Laminarflächen unterbleibt. Es tritt dies häufig unmittelbar nach Anlage eines Blüthenstandes ein, es kann aber auch (wie bei *Fegatella* bei Bildung der Wintertriebe) durch andere Ursachen bedingt sein

Ich habe schon oben bemerkt, dass die beiden Formen der Auszweigung sich gewissermassen gegenseitig ersetzen. Bei einigen monöcischen Gattungen sehen wir die Geschlechtsstände auf verschiedenen Axen vorkommen (autöcische Formen im Sinne Lindberg's). Zeigt nun der Thallus reichlich gabelige Verzweigung, so stehen die Stände auf Gabelzweigen (Duvalia, häufig auch Reboulia), ist jedoch die Frons vorwiegend ungegabelt, so erscheinen die Antheridien auf Ventralsprossen, wie wir es regelmässig bei *Targionia* und *Sauteria (alpina)* finden, und wie es wahrscheinlich auch bei den als diöcisch bezeichneten Fimbriarien vorkommt.

---

nicht dem Principe der rechtwinkeligen Schneidung folgen. Es wird uns dies begreiflich, wenn wir bedenken, dass in diesen Fällen die mechanische Festigkeit nicht in Betracht kommt, dort nicht, weil ja kein Dauergewebe gebildet werden soll, hier nicht, weil es sich ja um Bildung der (vergänglichen) Scheitelzelle handelt. Ganz dasselbe gilt, wie ich glaube, bezüglich der Abscheidung von mit bestimmten physiologischen Verrichtungen betrauten Zellen. In den Antheridien vieler Leber- und der Laubmoose ist bei Abscheidung der Wandschichte vom Innenraum das Princip der rechtwinkeligen Schneidung nicht eingehalten, ebenso wenig bei Bildung der Innenzelle der Archegonien und bei Abschneidung der Innenzelle in den Sporangien der Polypodiaceen. Ganz dasselbe gilt bezüglich der „Volumgleichheit der Schwesterzellen." In aus gleichartigen Zellen bestehenden Gewebekörpern scheint diese allerdings in der Regel vorzukommen, kaum jemals aber, wenn es sich um Abscheidung von Zellen handelt, denen (oder deren Derivaten) bestimmte Functionen obliegen. Zahlreiche Beispiele liessen sich dafür anführen. Ich erinnere an die Abschneidung der zu Haaren auswachsenden Zellen au den Wurzeln von *Lycopodium*, an die Entstehung der Rhizoiden am Thallus von *Blyttia* und *Metzgeria pubescens* (Heft III), an die Bildung von Spaltöffnungsmutterzellen bei vielen *Monocotylen*, an die Abschneidung der Mutterzellen der Geschlechtsorgane bei vielen Lebermoosen (vergl. Taf. VII, Fig 10 b.) u. s. f.

Eine so weite Ausdehnung der beiden oben erwähnten Principe hat, wie ich glaube, auch Sachs nicht beabsichtigt; aber ich halte es nicht für überflüssig, die Einschränkung, welche ihnen gegeben werden muss, hier hervorzuheben.

Digitized by Google

Bau des Laubes. Die Mittelrippe des Laubes zeigt bei allen Marchantiaceen mehrere deutlich unterscheidbare Gewebelagen: die Luftkammerschichte (mit der mit Athem öffnungen besetzten Oberhaut), das unter ihr liegende interstitienlose Gewebe, und die ventrale Rindenschicht. Am mächtigsten ausgebildet erscheint hier das interstitienlose Gewebe, von dessen grösserer oder geringerer Entwicklung auch das mehr oder minder starke Hervortreten der Mittelrippe abhängig ist. In den beiderseitigen Laminartheilen erscheint es öfters auf eine einzige Zellenlage reducirt. Auch die Ventralrinde ist in der Mittelrippe in der Regel mehrschichtig und wird in den Laminartheilen einschichtig, so dass diese dann vorzüglich nur aus der Luftkammerschichte bestehen.

a) Luftkammerschichte und Athemöffnungen. Ich habe schon im IV. Hefte*) nachgewiesen, dass bei einigen den eigentlichen Ricieen zuzuzählenden Pflanzen die Luftkammerschichte und die Athemöffnungen ganz in gleicher Weise ausgebildet erscheinen, wie bei einigen typischen Marchantiaceen, und habe auch gezeigt, dass von den das Laub der meisten Ricciaarten durchsetzenden engen Luftcanälen zu jenen alle Uebergangsstufen aufzufinden sind.

Ich habe ferner gezeigt, dass in allen Fällen die Anlage der Luftkammerschichte in der Weise erfolgt, dass zuerst unmittelbar hinter dem Scheitelrande an den in der Oberfläche liegenden Ecken der Zellen kleine Grübchen sichtbar werden, die später als enge, die oberflächliche Zellschicht durchsetzende Canäle erscheinen. Aus dieser Zellschichte gehe nun die ganze Luftkammerschichte inclusive der Oberhaut hervor, und es hänge nur von der Art des weiteren Wachsthumes ab, ob jene Canäle sich einfach vertiefend ihre ursprüngliche Form beibehalten, oder sich zu weiten Höhlungen erweitern, die dann wieder in ihrer ganzen Weite nach aussen geöffnet bleiben können, in welchem Falle dann die Oberfläche des Laubes grubig erscheint *(Riccia crystallina)*, oder die in Folge einer gleichmässig mit ihrer Entwicklung schritthaltenden Deckenbildung überdacht werden. Es findet also bei Bildung der Luftkammer eine Trennung früher interstitienlos verbundener Zellen nicht statt, und die den Luftraum nach aussen abschliessende Decke (Oberhaut) hebt sich nicht secundär vom darunter liegenden Gewebe ab, sondern sie bildet sich schon zugleich mit der Anlage des Luftraumes, und wächst nach Massgabe seiner Verbreiterung ebenfalls in die Breite. Es ist daher auch die Athemöffnung keine in der Oberhaut secundär entstehende Oeffnung, sondern entpricht der erhalten bleibenden Mündung jener Primärcanäle, bis auf welche sich die zur Decke (Oberhaut) werdende Zellschichte zusammenschliesst. Diese Entstehung und Ausbildung der Luftcanäle finden wir nicht allein bei *Ricciocarpus natans*

*) pg. 9. Das hier Mitzutheilende schliesst sich vielfach an die dort gegebenen Ausführungen an, deren Kenntniss also hier vorausgesetzt wird. Ich möchte auch auf meine Abhandlung: „Die Athemöffnungen der Marchantiaceen“ (Sitz. Ber. d. Wien. Akad. 1880), verweisen, in welcher ich das meiste hier Mitzutheilende von Abbildung begleitet, schon früher veröffentlicht habe. Aus diesem Grunde wurden auch in die Tafeln dieses Heftes nur wenige diesbezügliche Abbildungen aufgenommen.

Digitized by Google

(auch bei *Riccia fluitans*) und Oxymitra, sondern auch bei den den Marchantieen so nahe stehenden Gattungen Corsinia und Boschia.

Unter den Marchantieen finden wir nun eine Zahl von Gattungen, die im Baue ihrer Luftkammerschichte vollkommen mit den oben genannten Formen übereinstimmen. Ich nenne *Sauteria* und *Clevea*, bei welchen selbst die Art der Verdickung der Porenrandzellen (Schliesszellen!) dieselbe ist, wie bei Oxymitra, ferner Targionia, wo die Ausfüllung der Luftkammern durch gegliederte Zellfäden an ähnliche Verhältnisse bei Boschia erinnert. Es war also *a priori* schon zu erwarten, dass wenigstens bei den ähnlich gebauten Formen die Anlage der ganzen Luftkammerschichte in ähnlicher Weise wie bei den Ricciecn und Corsinieen erfolgen werde. Dies ist denn auch in der That der Fall bei allen jenen Gattungen, welche „einfache Athemöffnungen" besitzen, d. h. wo die Oeffnung begrenzt ist von mehreren concentrischen Kreisen von Zellen, die sämmtlich in der Fläche der einschichtigen und warzenartig aufgetriebenen Decke (Oberhaut) gelegen sind. Ich kann hier füglich eine abermalige Beschreibung ihrer Entwicklung übergehen und möchte nur auf einige zum Belege dienende Abbildungen verweisen: Taf. IV, Fig. 11, 12, Taf. V, Fig. 22, Taf. VIII, Fig. 7.

Am Laube von *Preissia* und *Marchantia* ist der Bau der Oeffnungen aber ein anderer. Die Oeffnung führt nicht unmittelber in die Luftkammer, sondern setzt sich in einen aus mehreren Stockwerken ringförmig angeordneter Zellen bestehenden frei in die Luftkammer hineinragenden Canal fort. Der Canal ist in der Mitte am weitesten, verengt sich dann nach innen und geht hier in eine nach der Zahl der Randzellen in drei oder vier selten mehr Strahlen ausgezogene Spalte über.*) Im Wesentlichen denselben Bau besitzen auch die Athemöffnungen an den Fruchtköpfen sämmtlicher (auch der sonst mit einfachen Poren versehenen) Marchantieen, nur ist die innere Mündung des Canals nicht spaltenförmig (vergl. Taf. I, Fig. 8, Taf. III, Fig. 19, Taf. IV, Fig. 10, 15, Taf. V, Fig. 10.)**)

Wie entstehen nun diese Bildungen?

An den Fruchtköpfen werden sie ganz in der Weise einfacher Athemöffnungen angelegt. Es bilden sich grübchenförmige Vertiefungen, welche sich in Folge des Dicken-

---

*) Dies hatte schon Mirbel beobachtet. Er bezeichnete den Ring der die Spalte begrenzenden Zellen „Schliessring". In letzter Zeit hat auch Voigt (Bot. Zeitg. 1879, Nr. 46 u. 47) den Bau der Athemöffnungen und der Luftkammerschichte bei zahlreichen Gattungen vergleichend untersucht und zahlreiche Abbildungen beigefügt, auf die ich hiemit verweise. Voigt nennt den Canal „Vorhof" und unterscheidet daher Athemporen mit und solche ohne Vorhof. Limpricht (Kryptgramenflora v. Schlesien pag. 337) unterscheidet zwischen „oberflächlichen" und „vertieften" mit Vorhof versehenen Athemöffnungen. Ich möchte letztere, als canalförmige, den einfachen gegenüberstellen.

**) Auch an den Fruchtköpfen von *Plagiochasma* sind sie vorhanden. Bei *Sauteria* finden sich Athemöffnungen (einfache) nur an der Innenfläche der sich bildenden Hüllen, bei *Lunularia* fehlen sie ganz. Ich verweise bezüglich dieser Verhältnisse auf den speciellen Theil. — Auch an den Antheridienscheiben von *Fegatella* kommen canalförmige Athemöffnungen vor (Taf. V, Fig. 13).

Digitized by Google

wachsthums rasch zu einem Canale verlängern (Taf. I, Fig. 10, 11, Taf. III, Fig. 5, Taf. V, Fig. 6, 7, Taf. VII, Fig. 9.) Auch darin herrscht noch Uebereinstimmung, dass das innere Ende des Canales sich erweitert. Während dieses Vorganges schliesst sich die äussere Mündung des Canales durch Zusammenschluss der Zellen.*) Anfangs berühren sich dieselben in Folge der starken Convexität nur wenig, sehr bald werden die Berührungsflächen immer grösser und die Zellen treten bald zapfenartig nach innen, später auch nach aussen über die Fläche der sich bildenden Decke hervor (Taf. I, Fig. 7). Es ist gar kein Zweifel, dass diese Vorgänge bedingt sind durch das eigenthümliche Wachsthum des Fruchtkopfes: In seiner Jugend hat er Halbkugelform, und erscheint aus senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Zellreihen aufgebaut, zwischen denen von der Oberfläche aus jene oben erwähnten zu kurzen Canälen gewordene Grübchen verlaufen. Das Breitenwachsthum dieser Scheibe geschieht nur in geringem Masse durch Randwachsthum, sondern ist in der Mitte der Scheibe und an ihrer Oberfläche am grössten. Dieser starken Oberflächenvergrösserung entspricht aber nicht ein gleich starkes radiales Dickenwachsthum; die (an Längsschnitten) in Form orthogonaler Trajectorien verlaufenden Zellreihen verlängern sich nicht entsprechend jenem starken Flächenwachsthume. Es wird dies nothwendiger Weise eine gegenseitige Pressung der Oberflächenzellen bedingen und dieser tangentiale Druck ist es, wie ich glaube, der vorerst zu einer Verchliessung der Athemcanäle führt, welche erst wieder geöffnet werden können, wenn er später in Folge der starken Gewebestreckung wieder geringer wird. (War früher die Oberhaut gewissermassen zu gross gegenüber dem Scheibenkörper, so ist sie jetzt wieder zu klein.)

In Folge jenes Druckes werden nun aber auch die später den Athmungscanal bildenden Zellen nicht mehr jenes Wachsthum einhalten können, wie die ihnen morphologisch durchaus entsprechenden am Laube, d. h. sie werden nicht in der Richtung der Laub- (hier Scheiben-) Oberfläche, sondern in der darauf senkrechten wachsen, und die diesem Wachsthume entsprechenden Zelltheilungen werden daher nicht zur Bildung von concentrischen, in der Oberfläche der Decke liegenden Zellringen führen, sondern es werden die letzteren über einander gestellt, zu einem senkrecht zur Scheibenoberfläche verlaufenden Canal sich gruppiren müssen.

Es sind also, wie ich glaube, wesentlich mechanische Ursachen, welche bewirken, dass sich an den Fruchtköpfen immer canalförmige Athemöffnungen bilden, auch bei solchen Gattungen, wo am Laube einfache vorkommen. Es spricht dafür vielleicht auch der Umstand, dass dort, wo in den Antheridienscheiben in Folge ihres Wachsthumes wie ihrer (eingesenkten) Lage ganz ein ähnlicher Seitendruck wirksam werden muss (wie bei *Fegatella*), auch canalförmige Athemöffnungen gebildet werden.**)

*) Es scheint, dass öfters ein vollkommener Verschluss nicht stattfindet und ein enger Canal erhalten bleibt. Für die weitere Ausbildung ist dies aber ganz bedeutungslos.

**) Man vergl. die der obengenannten Abhandlung beigegebenen Abbildungen.

Digitized by Google

Ich habe schon oben erwähnt, dass nur die beiden Gattungen *Marchantia* und *Preissia* auch am Laube canalförmige Athemöffnungen besitzen. Entstehen diese nun in gleicher Weise, wie die ähnlichen Bildungen an den Fruchtköpfen oder nicht?

Für *Preissia* konnte ich die gleiche Art der Bildung einige Male mit Bestimmtheit nachweisen. Sie beginnt mit der Bildung von oberflächlichen Grübchen, die sich zu einem Canale vertiefen, der später wie an den Fruchtköpfen nach aussen wieder verschlossen wird.*) Ich will aber gleich erwähnen, dass es mir in vielen anderen Fällen absolut unmöglich war, die primären Grübchen nachzuweisen; es schien hingegen ein kleiner Intercellularraum an den inneren Zellecken der Oberflächenzellen zuerst aufzutreten. Auch bei *Marchantia* habe ich noch kein Scheitelpräparat gesehen, welches mir die frühere Bildung der primären Grübchen gezeigt hätte.

Hält man sich also nur an die directe Beobachtung, so kommt man zu der Ansicht, dass bei *Marchantia* und meist auch bei *Preissia* der zur spätern Athemhöhle (Luftkammer) werdende Intercellularraum primär angelegt werde, und dass die Entstehung der Athemöffnung ein späterer Vorgang sei. Dass aber eine gewisse Beziehung zwischen beiden Formen der Lufthöhlenbildung besteht, dafür sprechen die Beobachtungen der Entwicklung derselben an den Fruchtköpfen und die oben erwähnten gelegenheitlichen Beobachtungen am Laube von *Preissia*. Uebereinstimmung zwischen beiden Bildungen in Bezug auf ihr späteres Verhalten besteht aber weiters in so weit, als auch bei *Preissia* und *Marchantia* die oft so ungemein weiten Luftkammern ausschliesslich durch Vergrösserung jener primären, anfangs kaum bemerkbaren Intercellularräume entstehen, dass eine Trennung früher fest gefügter Zellen und ein Abheben der Oberhaut nie stattfindet (Taf. IX, Fig. 17.)

Ich habe bis jetzt der Art der Entstehung jener primären Grübchen nicht Erwähnung gethan. Wir könnten sie durch Spaltung der Membran, d. h. durch Trennung der Zellen erklären, und es würde dann die Bildung des mit einfachen Oeffnungen versehenen Athmungsapparates als Folge einer von aussen nach innen fortschreitenden Membranspaltung zu betrachten sein, wo also die Bildung der Oeffnung der primäre, die der Athemhöhle (Luftkammer) der secundäre Vorgang wäre. Am Laube von *Marchantia* (und *Preissia*) würde aber zuerst die Athemhöhle, und zwar wieder durch Trennung der Zellen (Membranspaltung) erfolgen, und später erst würde der Athmungscanal — und wie die Beobachtung lehrt — von innen nach aussen fortschreitend gebildet werden. Für die Oeffnungen an den Fruchtköpfen müsste man selbstverständlich annehmen, dass hier ebenfalls

**) An den Keimpflänzchen von *Preissia* treten ebenfalls vorerst die primären Grübchen auf (Taf. VII, Fig. 7), bei *Marchantia* hingegen, wo die ersten Athemöffnungen überhaupt erst an älteren (schon gegabelten) Keimpflänzchen auftreten, scheint dies nicht der Fall zu sein. Wohl aber findet man an sehr stark gestreckten (vergeilten) Pflänzchen, auch hie und da einfache sehr weit geöffnete und stark verzogene Athemöffnungen (Taf. IX, Fig. 16).

Digitized by Google

die Spaltung von aussen nach innen fortschreite, dass die Spalte aber später durch Aneinanderschliessen der Zellen wieder verschwinde, um erst weit später wieder geöffnet zu werden.

Ich glaube aber, dass eine andere Erklärung viel plausibler ist, weil sie geeignet ist, die Vorgänge von einem Gesichtspunkte aus zu betrachten, und sie mit anderen scheinbar ganz verschiedenen Bildungen in Uebereinstimmung zu bringen.

Ich habe im IV. Hefte meiner Lebermoosuntersuchungen die Ansicht aufgestellt, und zu begründen versucht, dass jene primären Grübchen nicht durch Membranspaltung sich bilden, sondern in Folge des peripherischen Dickenwachsthums entstehen. Der tiefste Punkt des Grübchens entspricht somit nicht einem ursprünglich innerhalb der Membran einer Seitenwand, also innerhalb der Oberfläche gelegenen Punkt, sondern war ursprünglich in der Aussenfläche gelegen und die das Grübchen umgebenden Wandstücke sind daher Theile der ursprünglichen Aussenwände, respective aus ihnen hervorgegangen. Indem der gleiche Wachsthumsvorgang (der eigentlich ja nur ein gesteigertes Flächenwachsthum der ursprünglichen freien Aussenwände ist, noch weiter eingehalten wird, wird das Grübchen vertieft. Da nun die späteren Luftkammern ausschliesslich durch Flächenwachsthum der die Grübchen begrenzenden Wandstücke entstehen, so folgt daraus, dass sie eigentlich als Einsenkungen der Oberfläche zu betrachten sind, die dadurch gebildet werden, dass bestimmte Punkte der Oberfläche durch rascheres Wachsthum benachbarter Partien überwachsen werden. Es trifft hier bestimmte Punkte der Oberfläche ganz dasselbe Schicksal, wie die anfangs sogar über die Oberfläche hervorragenden Mutterzellen der Geschlechtsorgane, welche ja ebenfalls durch Ueberwachsen ins Gewebe versenkt werden. Die Höhlungen, in welchen die Antheridien und Archegonien z. B. bei *Riccia* liegen, entsprechen in ihrer Bildung vollkommen den Luftkammern, und da beide gleichzeitig angelegt werden, müssen sie auch in gleiche Tiefe in das Gewebe hineinreichen, mit andern Worten, die Basis der Geschlechtsorgane liegt in gleichen Tiefe mit der inneren Begrenzung der Lufträume, und wo die Organe zu Ständen zusammentreten, sind diese ihrer ganzen Tiefe nach von Luftkammern durchzogen und sitzen unmittelbar dem interstitienlosen Gewebe auf.*)

Diese Deutung übertrage ich nun auch auf die Marchantieen und sie bezieht sich nicht blos auf die Bildung der mit einfachen Oeffnungen versehenen Athmungsapparate, sie gilt eben so für alle jene mit Athemcanälen versehenen, wo, wie bei denen der Fruchtköpfe, die primären Grübchen zweifellos vorhanden sind, die Ausführungsgänge der späteraus ihnen entstehenden Canäle aber für einige Zeit verschlossen werden. Sie kann auch für *Preissia* Geltung haben, wenigstens für jene oben erwähnten Fälle, wo eine primäre Entstehung der Grübchen direct zu beobachten ist. Sie lässt sich aber auch auf *Marchantia* übertragen, wo, wie oben erwähnt, ausnahmslos der Intercellularraum primär auftritt. Ich

*) Vergl. weiter Heft IV, pg. 13.

Digitized by Google

glaube nämlich, dass bei dieser Gattung (und bei *Preissia**) das peripherische Dickenwachsthum ganz in gleicher Weise stattfindet, dass also auch hier Punkte der Oberfläche überwallt werden, dass also der tiefste Punkt des zuerst sichtbar werdenden Intercellularraumes ursprünglich oberflächlich gelegen war. Ein Unterschied würde nur darin bestehen, dass es zu keiner Bildung eines Grübchens kommt, indem vom Anfange an die später zu Seitenwänden werdenden Theile der Aussenwände fest an einander gedrückt werden, ein Vorgang, der an den Fruchtköpfen ja in der That eintritt. Dass man dies optisch nicht nachweisen kann, kann keinen Grund dagegen abgeben; denn auch an den Fruchtköpfen erscheint der Wanddurchschnitt (nach Schliessung der Spalte) als einfache Membran.

Ich möchte ferners erwähnen, dass bei Riccia fluitans ursprünglich alle Luftkammern nach aussen geöffnet sind, aber später häufig dauernd verschlossen werden, und dass es meist erst bei Berücksichtigung der charakteristischen Zellgruppirung möglich ist die Stellen der früher vorhandenen Oeffnungen aufzufinden.**) Es stossen an diesen Stellen meist vier Zellen zusammen, doch so, dass die sich kreuzenden (den Seitenwänden entsprechenden) Linien gebrochen erscheinen. Es schliessen also eigentlich nur zwei Zellen die frühere Oeffnung, und da kann man dann allerdings eine schwache Verdickung der scheinbar gemeinschaftlichen Wand beobachten. Dies fand ich öfters auch bei *Marchantia*, wobei diese Stelle weniger durch die grosse Wanddicke, als durch ein eigenthümliches optisches Verhalten vor den übrigen Wänden hervortritt.

Es ist vielleicht hier der Ort, der Vorgänge bei Bildung der Athmungsorgane von *Lunularia vulgaris* zu gedenken.

Die Gattung verbindet nämlich gewissermassen beide Typen von Athmungsapparaten mit einander und die betreffenden Entwicklungsvorgänge dürften auch geeignet sein, meine oben gegebene Auffassung zu unterstützen.

---

*) Dass die Versenkung in der That Folge eines Ueberwallungsprocesses ist, und der gleiche Vorgang auch bei den Marchantieen stattfindet, dafür möchte ich hier nur ein Beispiel anführen: Bei *Preissia* werden die Antheridien schon in sehr frühen Stadien der Bildung der Blüthenböden angelegt. Die Antheridienmutterzelle liegt ganz ausserhalb der Oberfläche des Blüthenbodens (Taf. VII, Fig. 10 b), aus ihr geht der Stiel und der Körper der Antheridie hervor: ihre Schwesterzelle bleibt als gewöhnliche Gewebezelle mit den umliegenden Zellen im innigsten Verbande (Fig. 11). Eine Versenkung der Antheridien wäre allerdings auch dadurch möglich, dass die peripherischen, ringsum ihr anliegenden Zellen in radialer Richtung sehr stark wachsen und die Aussenwände nur entsprechend der sich so fort und fort vergrössernden Oberfläche der Scheibe ihre Fläche verbreiten würden. Von diesem radialen Wachsthume müsste aber die Tragzelle der Antheridienmutterzelle (t in den Figuren) ausgeschlossen bleiben. Dann müssten aber ihre Seitenwände sich fortwährend an denen der benachbarten Zellen verschieben, sie würden gewissermassen an einander hingleiten, was im höchsten Grade unwahrscheinlich ist. Viel einfacher erklärt sich der Vorgang der Versenkung durch einen von den Aussenwänden ausgehenden, d.h. durch starkes Flächenwachsthum dieser bewirkten Ueberwallungsprocess, der sein Anologon in der Versenkung der Archegone haben würde, nur dass hier die Ueberwallung von der ganzen Luftkammerschichte ausgeht. (Vergl. später.)

In Fig. 11 sieht man auch, wie mit der Versenkung der Antheridieen Schritt haltend, auch die Bildung der Luftkammern fortschreitet.

**) Vergl.: Untersuchungen ... Heft IV, pg. 11 und 19.

Digitized by Google

Lunularia gehört bezüglich des Baues der fertigen Athemöffnung dem bei weitem häufigeren Typus an, den ich als den der einfachen Oeffnung („einfache Athemöffnung") bezeichnet habe. Man sollte nun glauben, dass, sowie bei allen übrigen hierhergehörigen Formen, hier in gleicher Weise die Oeffnung primär gebildet werde und auch immerfort erhalten bliebe. Letzteres ist jedoch nicht der Fall, diesbezüglich folgt *Lunularia* dem *Marchantia*-Typus. In einiger Entfernung von dem Scheitel sind die Oeffnungen ausnahmslos verschlossen und die Oberflächenansicht entspricht auch durchaus der bei *Marchantia*. Auch darin besteht Uebereinstimmung mit dieser Gattung, dass an der Stelle der künftigen Oeffnung nur vier Zellen (seltener drei oder fünf) zusammenstossen, während bei den übrigen mit einfachen Oeffnungen versehenen Gattungen die Zahl wohl immer höher ist. Auf Durchschnitten durch Jugendstadien erhält man Bilder, die ganz denen bei *Marchantia* entsprechen und doch kommt es nicht zur Bildung von Athemcanälen. Der Grund liegt darin, dass die Bildung der Oeffnuung hier früher erfolgt, als bei *Marchantia*. Bei dieser Gattung treten die Theilungen, welche zur Bildung des Canales (der „Athemröhre") führen, zum grossen Theile vor dem Auseinanderweichen der Zellen ein; die charakteristische Gruppirung der Zellen ist daher im Wesentlichen schon vor der Oeffnung des Kanales vorhanden oder wenigstens eingeleitet. Anders bei *Lunularia*: Hier finden die ersten Theilungen statt, während das Auseinanderweichen der Zellen beginnt, die Theilungen sind nicht mehr in dem Masse durch den gegenseitigen Seitendruck der Zellen beeinflusst, und es kann somit noch die primäre*) Form der Athemöffnungen sich ausbilden.

Betreffs der primären Anlage des Athmungsapparates scheint sich *Lunularia* ähnlich wie *Preissia* zu verhalten. Ich konnte nämlich mehrere Male mit aller Sicherheit die ursprüngliche Oeffnung der Spalte nachweisen, andere Male allerdings schien die Bildung mit dem Auftreten des Intercellularraumes zu beginnen.

Ich habe schon eingangs erwähnt, dass je zwei benachbarte primäre Grübchen, respective die kleinen Intercellularräume ursprünglich nur durch eine Zelle von einander getrennt sind (Taf. IX, Fig. 17). Aus den inneren Theilen dieser Zellen gehen die Kammerwände hervor, aus den äusseren Theilen bildet sich die ganze Decke der Luftkammern, also die ganze Oberhaut. Will man nun die primären Grübchen etwa als „Urspalte" und die angrenzenden Zellen als „Urschliesszellen" *) bezeichnen, so muss man selbstverständlich die ganze Oberhaut als das Product der „Urschliesszellen" betrachten. Wenn bei *Marchantia*, *Preissia*, *Lunularia* die Stelle der künftigen Oeffnung verhältnissmässig lange noch von nur vier Zellen umgeben erscheint, die ganz die Gruppirung der „Urschliesszellen" zeigen, so hat dies einfach darin seinen Grund, das überhaupt Radialtheilungen sehr spät oder gar

---

*) Da wohl nicht der geringste Zweifel herrschen kann, dass die canalförmigen Athemöffnungen aus den einfachen genetisch hervorgegangen sind.

**) Voigt l. c. pg. 751.

Digitized by Google

nicht eintreten, vorzüglich aber in dem Verlaufe der ersten in den primären Oberhautzellen vor sich gehenden Theilungen.

Unter den Riccieen wie den Marchantieen gibt es einige Gattungen, bei denen die Luftkammern von keinem Gewebe erfüllt sind, und wo dann eigentlich nur die basalen und Seitenwände als wesentlich chlorophyllführendes Gewebevorhanden sind. So finden wir es bei *R. fluitans*, *Oxymitra*, *Corsinia*, ebenso bei *Sauteria*, *Clevea*, *Peltolepis* und *Cyathodium*. Schon bei *Corsinia* und *Sauteria* finden wir aber öfters ebenso aus den basalen als aus den Seitenwänden einzelne Zellen in den Luftraum vorspringend, seltener findet man diese zu zwei- bis dreigliederigen Zellreihen verlängert. In anderen Fällen, und dies sind ja die häufigsten und am meisten beschriebenen, ist der Luftraum mehr weniger erfüllt von gegliederten Zellreihen, die von der basalen inneren Wand der Luftkammer öfters auch von den Seitenwänden (aber manchmal selbst von der Decke) entspringen und theils unverästelt, theils verzweigt, gegen die Decke der Luftkammer verlaufen. Hieher z. B. *Boschia*, *Marchantia*, *Preissia*, *Lunularia*, *Fegatella*, *Targionia*. Je dichter diese Zellreihen stehen, je vollkommener die Ausfüllung der Kammer durch dieselben ist, desto weniger werden die Scheidewände hervortreten; eben so in Oberflächenansicht, wo dann die sogenannte Areolation undeutlich wird, als auch an Durchschnitten durch das Laub. Es würde mich zu weit führen, hier auf die diesbezüglichen Modificationen näher einzugehen; es sind da nicht bloss nach den Gattungen und selbst Arten nicht unbedeutende Unterschiede vorhanden, es finden sich solche auch innerhalb einer Art, wie z. B. schmächtige Culturtriebe gegenüber anderen an trockenen Standorten gewachsenen häufig nicht unbedeutende Unterschiede zeigen.

Es findet sich aber noch eine dritte Form, als deren Repräsentanten ich *Reboulia* bezeichnen will. Hier scheint es, als ob überhaupt eine Beziehung von Luftkammern zu den Athmöffnungen gar nicht bestände. Das ganze unter der Oberhaut liegende Gewebe erscheint als ein völlig regelloses, von grösseren und kleineren unter sich communicirenden Lufthöhlen durchsetztes Kammerwerk. Wohl erkennt man auch in Oberflächenansicht eine Areolation, aber die Areolen, welche den darunter liegenden Lufthöhlen entsprechen, sind weit zahlreicher, als die vorhandenen Athemöffnungen, eine Thatsache, die auch schon Nees v. Es. beobachtet hatte. Da scheint es nun denn in der That, dass wenigstens ein Theil der Lufthöhlen schizogener Entstehung sei. Und doch ist dies, wie die Entwicklungsgeschichte zeigt, nicht der Fall. Der Unterschied gegenüber den leeren Luftkammern liegt nur darin, dass aus den Wänden der sich bildenden Luftkammern und zwar auch aus der werdenden Decke eine Reihe neben einander liegender Zellen unter sich zusammenhängend in den Luftraum hineinwachsen, der so durch schmälere oder breitere sehr unregelmässige Balken in unvollkommene Fächer getheilt wird. An jüngeren Laubtheilen ist es häufig auch gar nicht schwierig, die eigentlichen Kammerwände zu erkennen. Die die Zahl der Athemöffnungen so weit übersteigende Anzahl der Areolen, wie sie die Dorsalfläche zeigt, rührt einfach daher, dass auch aus der Oberhaut Zellplatten in den Luftraum hineinwachsen, und

Digitized by Google

ich habe mich oft genug überzeugt, dass dieselben unvollkommene Scheidewände sind (Taf. III Fig. 19, 20, 21). Wie *Reboulia* verhält sich *Grimmaldia*, *Fimbriaria*, *Duvalia* und einige *Plagiochasma*-Arten. Nirgends lässt sich aber die Fächerung der Luftkammern so schön beobachten, als bei *Duvalia*, und ich möchte diesbezüglich nur auf die Figuren 11, 12, 13, 15 der Tafel IV und auf die Besprechung derselben im speciellen Theile verweisen. Auch möchte ich hier noch anführen, dass gerade bei dieser Gattung, wo die Fächerung der Luftkammern so auffallend hervortritt, auch in den Antheridienkammern eine ähnliche Fächerung (Auswachsen der Wandzellen) andeutungsweise vorkommt, (Taf. IV, Fig. 17), was ebenfalls für die Gleichartigkeit beider Arten von Kammerbildung zu sprechen scheint.

Der Bau der Luftkammern in den Fruchtköpfen stimmt, wie wohl vorauszusehen, mit dem am Laube im Allgemeinen überein; nur verdient hervorgehoben zu werden, dass häufig die Fächerung nicht so reichlich vorkommt, und stellenweise wohl auch ganz unterbleiben kann.

In allen den bis nun besprochenen Fällen erkennt man die Zusammensetzung der Luftkammerschichte aus einzelnen Luftkammern ohne Schwierigkeit, und die einschichtigen Kammerwände lassen sich von den die Kammern durchsetzenden Lamellen meist ziemlich leicht unterscheiden, und es tritt auch die durch das Durchscheinen der Kammerwände bedingte Areolation der Dorsalfläche deutlich hervor. Anders ist es bei einigen *Plagiochasma*-Arten wie Pl. Aitonia. Hier sind Kammerwände gar nicht mehr erkennbar, und die ganze Luftkammerschichte erscheint als ein von zahlreichen kleineren und grösseren Intercellularräumen durchsetztes schwammiges Parenchym, welches allmälig in das tieferliegende interstitienlose Gewebe übergeht (Taf. I, Fig. 2—5). Man kann sich kaum der Anschauung entschlagen, das hier denn doch wenigstens ein Theil der intercellularen Räume schizogener Entstehung sei. Aber ich möchte auch hier eher einen den früher erörterten ähnlichen Vorgang vermuthen. Um dies zu entscheiden, müsste man aber hinreichend frisches Material zur Hand haben; an getrocknetem Herbarmaterial lässt sich dies kaum beobachten.

Im höchsten Grade eigenthümlich verhält sich *Dumortiera*. Für einige Arten wird von allen Beobachtern der gänzliche Mangel nicht allein von Athemöffnungen, sondern auch der ganzen Luftkammerschichte angegeben; für andere könnte man aber nach den Beschreibungen*) einen den übrigen *Marchantieen* ähnlichen Bau vermuthen. Auch bei D. irrigua sollen Poren und Luftkammern fehlen. Aber es sind der kleinzelligen Oberhaut erhabene Leisten aufgesetzt, welche unter sich anastomosirend eine Areolation bedingen, welche ganz der ähnlich ist, wie sie bei den übrigen *Marchantieen* die durchscheinenden Luftkammer-

*) So schreibt Nees v. Es. (Naturgeschichte ... Bd. IV, pag. 172): „Die Poren scheinen beim ersten Anblick ganz zu fehlen, man findet aber bei näherer Betrachtung rundliche Erhöhungen, welche aus einer Auftreibung der Oberhaut bestehen, unter sich eine deutliche Lücke enthalten, und sich in eine weite runde Mündung öffnen". Ich habe diese Pflanze nicht gesehen.

Digitized by Google

wände hervorbringen. Für diese Art konnte ich nun nachweisen, dass im Scheitel die Luftkammerschichte ganz normal angelegt wird. Unmittelbar hinter der Spitze sind auch die einfachen Athemöffnungen und die unter ihnen liegenden Luftkammern häufig ganz gut zu erkennen. Es schreitet aber die Ausbildung der die Luftkammern überspannenden Decke nicht entsprechend der Verbreiterung der Luftkammern fort. In Folge da von wird die Athemöffnung verzerrt, die Randzellen werden zerrissen, und die Rudimente der Decke werden später an den Kammerwänden, die als jene „Leisten" („Adern" nach Nees, „rami" nach Taylor, „cristulae" nach Lindberg) erscheinen, da und dort noch aufgefunden (Taf. VIII, Fig. 8—11).*) Die so als Oberhaut sich darstellende Zellenlage bildete also ursprünglich den Boden der Luftkammern, und wird erst in Folge der Zerstörung der die Decke bildenden Zellenschichte blosgelegt, eine Erscheinung, die wir aber freilich nur an älterem Laube und nicht in so ausgezeichneter Weise auch bei einigen nach dem Typus von *Ricciocarpus* gebauten *Riccien*, dann auch bei *Corsinia*, *Sauteria* (öfters selbst bei *Duvalia*) finden; doch bleiben in allen diesen Fällen die Luftkammern in Form von der Oberfläche eingesenkten Gruben deutlich erkennbar.

b) Interstitienloses Gewebe. Es würde mich zu weit führen, wollte ich in eine genauere Beschreibung der bezüglich der Ausbildung dieses Gewebes bei den einzelnen Gattungen zu Tage tretenden Modificationen näher eingehen. Ich werde mich darauf beschränken nur das Wichtigste hervorzuheben:

Die Zellen dieses Gewebes sind zumeist in der Richtung der Sprossaxe etwas verlängert und in der Axe der Mittelrippe am längsten, doch nehmen sie von hier aus ganz allmälig dorsal- und ventralwärts, wie auch nach den Seiten hin an Länge ab (dabei eben so allmälig an Breite zu), so dass ein axiler Zellstrang, wie er so oft für viele *Marchantieen* beschrieben wurde, gar nie hervortritt.**) Wo die Zellwände etwas dicker werden, erscheinen sie bekanntlich mit weiten elliptischen, selten rundlichen Tüpfeln besetzt, die manchmal so dicht stehen, dass die Wand netzförmig verdickt erscheint. Am stärksten verdickt fand ich diese Zellen bei Rhacotheca azorica, und es werden an Membrandurchschnitten sogar dicht gestellte und enge Porenkanäle sichtbar. Gleichmässig verdickte langgestreckte Zellen finden sich auch einzeln oder zu mehreren in ein Bündel vereinigt bei Preissia, wo sie kürzlich von Goebel***) beschrieben wurden.

Eine besondere Eigenthümlichkeit des Marchantieenthallus sind die Schleimorgane. Ihre grösste Entwicklung haben sie im Thallus von *Fegatella*, wo sie lange als

---

*) Vergl. weiter den speciellen Theil.

**) Er fehlt auch in den Trägern der Receptacula. Einmal aber fand ich in einem solchen von *Preissia* einen axil verlaufenden, aus engen langgestreckten Zellen gebildeten Strang, wie er im Stämmchen vieler Laubmoose vorkommt.

***) Zur vergleich. Anatomie der Marchantieen in Sachs: Arbeiten ... Bd. II, pg. 533. Weiteres im speciellen Theile.

Digitized by Google

Luftgänge gedeutet wurden, bis vor Kurzem Goebel*) ihre wahre Natur erkannte: Eine Reihe von Zellen, die theils aus einem, theils aber auch aus zwei Segmenten hervorgehen, verdickt ihre Membranen und diese verschleimen endlich; doch bleiben die Mittellamellen (?) der Querwände in Form ungemein zarter durch Quellung des Schleimes vielfach verzogener Häute noch lange erhalten, bis auch sie endlich verschwinden. Wahrscheinlich werden auch die Längswände später vollkommen gelöst, so dass der Schleim endlich intercellular liegt. Aehnliche durch Fusion einer Zellreihe entstandene Gänge fand ich bei keiner Marchantiee, wohl aber findet man bei allen einzelne mit ähnlichem Schleime**) erfüllte Zellen. Besonders gross sind sie bei *Marchantia* (namentlich *M. chenopoda*), weniger im Thallus als im Fruchtkopfe. Sie sind nicht auf das interstitienlose Gewebe beschränkt, man findet sie auch unmittelbar unter der Oberhaut und zwischen den Luftkammern in grosser Anzahl.***)

Ueber die Bedeutung dieser Schleimorgane, die, wie gesagt, keiner Marchantie ganz fehlen, lässt sich schwer etwas Bestimmtes sagen. Ob sie, wie Göbel meint, als Waserreservoire fungiren, oder ob sie nicht vielleicht mechanisch (als Schwellkörper) wirken, bleibe dahingestellt. Im Thallus von *Fegatella* werden sie wohl jedenfalls auch auf das Längenwachsthum des Sprosses eine ähnlich fördernde Wirkung äussern müssen, wie der Markkörper höherer Pflanzen; aber auch zur Straffheit des Gewebes beitragen.

Ausser den Schleimorganen besitzen ferner alle Marchantieen die bekannten von Pfeffer†) genauer studierten Oelkörper. Sie finden sich ebensowohl im interstitienlosen Gewebe, als auch in der Luftkammerschichte, bei Fimbriarien und Verwandten sehr häufig auch in den Zellen der Oberhaut (Taf. IV., Fig. 1). An den Fruchtköpfen kommen sie ebenfalls sehr häufig vor; es erscheinen die betreffenden Zellen auf flachen Höckern emporgehoben und die umliegenden Zellen zeigen öfters Theilungen, wie sie die den Athemöffnungen benachbarten Zellen erleiden, so dass sie früher sogar in der That für Aequivalente jener gehalten wurden.††) (Taf. IV., Fig. 14.)

c) Ventrale Rindenschichte. Bei den niedriger stehenden nach dem Typus von *Corsinia* gebauten Marchantieen, wie *Clevea, Sauteria,* wird der Abschluss des Thallus nach der Ventralseite durch eine Zellenlage gebildet, welche weder in Bezug auf Grösse noch Länge ihrer Elemente von den tiefer liegenden Lagen irgendwie scharf abgegrenzt ist.

---

*) l. c. pg. 531.

**) Er ist stark lichtbrechend, wenn gequollen hell. Auf Zusatz von Alkohol wird er häufig bräunlich und zeigt sich dann geschichtet. Cl Z. J. bewirkt keine Blaufärbung wohl aber sehr starke Quellung.

***) Man vergl. in Sachs Lehrbuch, IV. Aufl., pg. 855 die Fig. 248 Zellen g. Eine ausführliche Bearbeitung dieser Schleimorgane steht von anderer Seite in Aussicht.

†) Flora 1874.

††) Nees v. E., Naturgesch. . . . Bd. IV, pg. 255.

Digitized by Google

Bei anderen Gattungen aber sind die Zellen dieser oberflächlichen Schichte viel kleiner und ziemlich isodiametrisch und bilden eine scharf begrenzte Oberhaut. Bei den höheren Typen, wie namentlich bei *Marchantia* und *Preissia* ist nun nicht blos eine einzige derart gebaute Zellenlage vorhanden, sondern es finden sich zwei, selbst drei derselben und stellen dann in der That eine Art Rinde dar.*) Die Gruppirung der Zellen auf Durchschnitten durch den Thallus lässt keinen Zweifel darüber aufkommen, dass diese Rindenschichten aus einer einzigen aus dem Scheitel ausgeschiedenen oberflächlichen Schichte durch nachträgliche Theilung derselben entstanden sind und daher als mehrschichtige Oberhaut aber besser als Rinde (Ventralrinde) zusammengefasst und bezeichnet zu werden verdienen. Am stärksten ausgebildet und am besten differenzirt ist sie jedoch an der Mittelrippe; sie setzt sich jedoch auch an der Lamina, soweit als die Insertionen der Ventral-Schuppen reichen, fort, verliert dann aber nach den Seitenrändern hin ganz allmählig den Charakter einer durch die oben erwähnten Merkmale ausgezeichneten Gewebeschichte, indem sie auf eine Lage von Zellen reducirt wird, die in Grösse sich von denen der tiefer liegenden Schichten nicht mehr wesentlich unterscheiden.

Schon bevor die Bildung der Rindenschichten aus der ursprünglich einen Schichte ihren Anfang nimmt, werden die ersten Rhizoiden, oder besser, werden Zellen angelegt, welche zu Rhizoiden auswachsen sollen. Es unterbleibt nämlich in gewissen Zellen jede weitere Theilung und sie treten dann ebensowohl in Oberflächenanschicht durch ihre Grösse hervor, als sie auf Durchschnitten die ganze Dicke der Rindenschichte durchsetzen (Taf. IX., Fig. 14). Wir sehen hier also die Mutterzellen der einfachen Rhizoiden ganz in ähnlicher Weise, wie an den Brutknospen, schon sehr frühe angelegt werden.**)

Ventralschuppen. Die blattartigen Lamellen, welche an der Ventralseite des Laubes bei allen Marchantiaceen vorkommen, werden häufig als „Blätter“ bezeichnet. Ich gebe zu, dass besagte Gebilde auch unter diesen Begriff gebracht werden können, da ihre Beziehungen zum Thallus vielfach mit denen übereinstimmen, wie sie typische Blätter zum Stamme zeigen, und da sie sich auch im Wachsthume diesen ähnlich verhalten. Aber ich möchte doch lieber den indifferenten älteren Namen „Schuppen“ beibehalten, einmal, um ihre Homologie mit den ähnlichen Gebilden von *Riccia* anzudeuten und den Mangel genetischer Beziehungen zwischen ihnen und den Blättern der foliosen Jungermannieen hervorzuheben, dann aber auch desshalb, um sämmtliche ventrale Schuppenbildungen unter einer gemeinsamen Bezeichnung zusammenfassen zu können. Freilich stehen sie meist in zwei Reihen; bei *Plagiochasma Rousselianum*, *Clevea* und *Sauteria* scheinen sie aber ähnlich wie bei *Corsinia* regellos gestellt zu sein und bei *Marchantia* finden sich sogar mehrere Formen derselben, die unmöglich sämmtlich als Blätter bezeichnet werden könnten. (Ueber diese vergl. den speciellen Theil.)

*) Vergl. Sachs Lehrbuch Fig. 65.

**) Ueber die Differenzirung der Schichten am Keimpflänzchen von Marchantia vergleiche man den speciellen Theil.

Digitized by Google

Die erste Anlage der Ventralschuppe wird, wie schon Hofmeister*) angibt, gebildet, indem eine unmittelbar hinter dem Scheitelrande gelegene Zelle zu einer Papille auswächst, die sich durch eine Querwand vom ursprünglichen Zellraume abgrenzt. Wenig später erscheint dieselbe an ihrer Basis verbreitert und mit ihrer verschmälerten Spitze den Zellen des Scheitelrandes innig anliegend, über diesen hinüber gebogen, und endlich wird auch diese die Form eines Keulenhaares annehmende Spitze als „Spitzenpapille" von der Tragzelle durch eine Querwand abgeschnitten. So weit meine Untersuchungen reichen, verhalten sich bis zu diesem Stadium die Ventralschuppen aller Marchantieen durchaus gleich. In Bezug auf ihre weitere Entwicklung müssen aber zwei Typen von einander unterschieden werden. Bei einigen nämlich, wie *Sauteria*, *Targionia*, *Dumortiera* bleibt diese Spitzenpapille auch immer am Rande der Schuppe und meist auf der Spitze eines lappenartigen Fortsatzes derselben inserirt (Tafel X, Fig. 19). Bei anderen Gattungen aber bildet sich noch vor der vollen Ausbildung der Spitzenpapille an ihrem Grunde und an der dem Scheitel abgekehrten Seite eine höckerartige Anschwellung, welche sehr bald die Papille überwächst, wodurch diese von der Spitze der Schuppe ab und auf deren Oberseite geschoben wird. (Tafel III Fig. 22, 23, Tafel V, Fig. 14—18, Tafel VI, Fig. 16—19). Dieser die Spitzenpapille überwachsende anfangs ebenfalls papillenartig nur aus einer Zelle bestehende Theil (Tafel V, Fig. 15, 16) bildet sich nun zum „Spitzenanhängsel" um, das sich durch die Scheitelfurche nach der Dorsalseite vorschiebt und in der Scheitelmulde seine Fläche ausbildet. Dort liegen nun die Spitzenanhängsel der auf einander folgenden Ventralschuppen wie die Blätter eines Buches übereinander und bilden jene dunkler als die eigentliche Schuppe (und meist tief violett) gefärbten Schüppchen, die an den Trieben von *Marchantia* und *Fegatella*, aber auch bei anderen Gattungen so auffallend hervortreten (Tafel V, Fig. 1).

Während der Ausbildung des Spitzenanhängsels schreitet auch die Ausbildung der Fläche der eigentlichen Schuppe fort. Ihr Wachsthum erfolgt an der Basis, wodurch entsprechend dem Breitenwachsthume der Frons vorerst eine starke Verbreitung der Insertion zu Stande kommt. Auch das Längenwachsthum hält anfangs gleichen Schritt mit dem Längenwachsthume des von ihrer Insertion scheitelwärts liegenden Sprosstheiles, so dass die den Scheitelrand überdeckende und ihm innig anliegende Spitzenpapille vorerst nach keiner Seite hin eine Verschiebung erleidet. Wenn nun aber später die Schuppeninsertionen in die Region eintreten, wo starke Sprossstreckung stattfindet, werden die Spitzenpapillen sammt den Spitzenanhängseln nach der Ventralseite zurückgezogen; es reissen letztere dabei aber häufig ab, wodurch es kommt, dass sie an verhältnissmässig jungen Schuppen oft nicht mehr aufzufinden sind.

Die Insertionen der jüngsten Schuppen sind quergestellt, später erscheinen sie entsprechend dem Wachsthume der jungen Laubtheile scheitelwärts concav gekrümmt;

*) l. c. pag. 52. Was Hofmeister weiter als Entwicklung des „Blattes" beschreibt, betrifft die Entwicklung des zu besprechenden „Spitzenanhängsels."

Digitized by Google

es wird aber im weiteren Verlaufe des Sprosswachsthumes diese Krümmung bald wieder ausgeglichen, und noch später in die entgegengesetzte übergeführt. An ausgewachsenen Sprosstheilen verlaufen dann die Insertionen, in so weit sie an der Mittelrippe stehen, dieser parallel, wenden sich dann in einem spitzenwärts convexen Bogen nach auswärts, und endigen in der Regel vor der Mitte der beiderseitigen Laminartheile. Die Flächen der alternirend zweizeilig gestellten Schuppen bilden daher, in so weit als sie der Mittelrippe anliegen, unter dieser gewissermassen einen Canal, welcher die unmittelbar aus ihr entspringenden Rhizoiden einschliesst, in welchen aber auch die an den Laminarflächen und unter den Schuppen entspringenden und unter ihnen verlaufenden Rhizoiden eintreten. So kommt es, dass dieselben, obwohl sie sehr nahe am Scheitel und in grosser Zahl gebildet werden, vor directer Berührung mit dem Substrate geschützt sind, dass daher der Thallus nur mit seinem älteren Theile der Unterlage anhaftet.

Rhizoiden. Bei allen Marchantieen kommen zwei Arten von Rhizoiden vor: gewöhnliche, in Form weiter ziemlich dünnwandiger Schläuche, wie sie auch allen übrigen Lebermoosen eigen sind, und Zäpfchenrhizoiden, wie ich die mit den bekannten, nach innen vorspringenden unterbrochenen Verdickungen versehenen bezeichnen will. Erstere stehen vorzüglich an der Mittelrippe, letztere, wie es schon Nees v. Es beobachtete, vorzüglich beiderseits derselben an der Lamina; doch wird dies nicht strenge eingehalten und es entspringen ebenso wohl öfters Zäpfchenrhizoiden an der Mittelrippe als die einfachen an den Laminartheilen.

Die einfachen Rhizoiden werden schon sehr nahe am Scheitel angelegt und es treten, wie schon oben bemerkt, die Mutterzellen schon lange bevor eine papillöse Hervorragung bemerkbar ist, durch ihre grössere Weite von den übrigen engen Oberhautzellen auffallend hervor. Die Ursprungsstellen der Laminarrhizoiden folgen ziemlich genau den Insertionen der Schuppen, vorzüglich an der Basis und der Aussen-(Unter-)seite dieser aber auch aus Zellen ihrer freien Fläche entspringend.*) Es verlaufen dann die zwischen den Insertionen zweier übereinander stehenden Schuppen entspringenden, zu einem Strange vereinigt in der Achsel der tiefer stehenden nach der Mittelrippe, und treten endlich theils in den obenerwähnten, durch die an ihr verlaufenden Schuppentheile gebildeten Canal ein, oder wachsen, zwischen den Schuppenrändern sich durchschiebend, nach aussen und befestigen den Thallus an dem Substrate.

Die so auffallend verschiedene Ausbildung beider Rhizoidenformen, die, obwohl Zwischenbildungen vorkommen, doch nie in einander übergehen (also nicht etwa verschiedene

*) Es kommt Letzteres namentlich bei *Dumortiera irrigua* vor, wo selbst Randzellen zu Rhizoiden auswachsen. Da hier die Schuppen klein sind und sich daher auch nicht dachziegelförmig decken, heften sich die Rhizoiden sogleich an das Substrat und es werden die Schuppen, was übrigens auch bei anderen Gattungen (*Sauteria* z. B.) vorkommt, beim Abheben der Pflanze abgerissen. Dies ist wohl vorzüglich der Grund, warum man bei dieser Gattung die Schuppen bis etzt übersehen hat. (Taf VIII, Fig. 12).

Digitized by Google

Alterszustände der gewöhnlichen Form darstellen), macht es wohl wahrscheinlich, dass sie auch bezüglich ihrer Function verschieden sind. Dass die Aufgabe derer der gewöhnlichen Form Befestigung und Nahrungszufuhr ist, kann wohl nicht bezweifelt werden, und ebenso wenig, dass auch die Zäpfchenrhizoiden sich mit jenen in diese Functionen theilen. Aber welche Aufgabe obliegt den letzteren sonst noch? Dort, wo sie nicht auf die Mittelrippe und die unmittelbar ansstossenden Laminartheile beschränkt sind, sondern, wie namentlich bei Marchantia *(polymorpha* und *Dumortiera irrigua)* bis an die Seitenränder hin vorkommen, weiters unter den Schuppen, und der Laubfläche dicht anliegend, nach der Mittelrippe verlaufen, werden sie wohl wie ein dem Thallus aufgesetztes und mit ihm verbundenes Leistenwerk eine mechanische Wirkung in der Weise äussern, als sie denselben ausgespannt erhalten oder mindestens Einrollungen desselben dorsal- oder ventralwärts entgegenwirken. Auch im Träger der Receptacula (deren ein oder zwei Rinnen ja bekanntlich mit Zäpfchenrhizoiden erfüllt sind) werden sie als ein seine Festigkeit unterstützendes Moment wirksam werden müssen, weniger direct als mechanische Zellen (wofür auch ihre axile Lage unpassend wäre), als vielmehr dadurch, dass sie ähnlich dem Marke als Schwellkörper wirkend, im Träger eine Längsspannung erzeugen, welche dessen Straffheit erhöhen muss. Bei Marchantia (und Verwandten) werden sie aber auch an der Ausspannung der Schirmstrahlen betheiligt sein, und allgemein ein festigendes Moment für den Körper (die „Spindel") des Receptaculums abgeben. Ich meine also, es sei wahrscheinlich, dass den Zäpfchen-Rhizoiden nebst ihrer Function der Aufnahme und Zufuhr der Nahrung und der Befestigung der Pflanze an dem Substrate auch noch die Aufgabe übertragen ist, die Festigkeit des Thallus zu erhöhen.

Blüthenstände.*) Bei den *Marchantiaceen* stehen die Geschlechtsorgane einerlei Art fast ausnahmslos in Gruppen beisammen, und bilden mehr oder minder geschlossene Inflorescenzen, die theils in Form von am Laube sitzenden Scheiben erscheinen, theils als Köpfchen oder Schirme auf Stielen über dasselbe emporgehoben sind.

Das am besten bekannte Beispiel geben wohl die Gattungen *Marchantia* und *Preissia*, wo die männlichen und weiblichen Receptacula gestielt sind. Dass hier dieselben sammt ihren Stielen umgebildete Laubaxen sind, und zwar die unmittelbare Fortsetzung des Tragsprosses darstellen, ist wohl schon lange erkannt. Die auffallende Uebereinstimmung im Baue der Dorsalseite der männlichen und weiblichen Receptacula mit der entsprechenden Seite am sterilen Laube, der Umstand ferner, dass namentlich bei *Marchantia* auch der „Träger" (Stiel) die gleiche dorsiventrale Ausbildung zeigt, wie wir sie am Laube finden, dass die Luftkammerschichte des Laubes sammt der mit Athemöffnungen besetzten Oberhaut sich unmittelbar und ohne Unterbrechung über den Rücken des Trägers bis auf die

*) Auch dieses Capitel erschien theilweise schon früher in den Sitz. Ber. der kais. Akademie d. Wiss., Bd. LXXXI.

Digitized by Google

Oberseite des Schirmes fortsetzt, und dass ebenso die mit Ventralschuppen und Rhizoiden besetzte Ventralseite der Mittelrippe ohne Unterbrechung in die am Träger verlaufenden Furchen („Rinnen“) übergeht, waren Gründe genug, um jene Deutung zu unterstützen.

Diese aus der Beobachtung des Marchantia-Receptaculums gewonnenen Anschauungen hat man nun auf alle Marchantieen übertragen und bezeichnet ziemlich allgemein alle Formen der männlichen wie weiblichen Stände als in gleicher Weise durch Metamorphose eines Zweiges entstanden. Es möchte dies noch für jene Stände gerechtfertigt erscheinen, wo der Träger in der That als directe Fortsetzung der Mittelrippe des Tragsprosses aus einer Vorder- oder Seitenbucht desselben sich erhebt (obwohl eine Erklärung, warum manche Gattungen constant zwei Rinnen im Träger besitzen, dadurch nicht gegeben werden konnte); völlig willkührlich war diese Deutung aber für jene Formen, wo derselbe vom Rande entfernt mitten auf dem Laube inserirt war, da man in diesen Fällen offenbar die durch keine Beobachtung gestützte Annahme einer secundären an der Dorsalseite des Laubes stattfindenden Zweigbildung machen musste, was um so bedenklicher war, als dorsale (und nicht adventive) Auszweigungen weder in der vegetativen noch reproductiven Sphäre irgend eines Lebermooses je beobachtet wurden.

Auch Hofmeister betrachtete den Blüthenstand einer Marchantiee als einen umgewandelten Spross, und suchte diese Ansicht auch durch die Entwicklungsgeschichte zu stützen. Zum Verständniss der Hofmeister'schen Auseinandersetzungen muss aber seine Auffassung über die Verzweigung der Marchantieen wohl berücksichtigt werden. Hofmeister betrachtet nämlich den nach vorausgegangener Gabelung zwischen den neuen Scheiteln in der Laubbucht vorspringenden Mittellappen als selbstständige Sprossung und als unmittelbare Fortsetzung, resp. als das Ende der relativen Hauptaxe, an der jene beiden Scheitel als Seitensprossungen angelegt werden. Da nun Hofmeister angibt, dass der Blüthenstand seine Entstehung der Entwicklung des Mitteltriebes (d. i. des Mittellappens) verdanke, und dieser, wie Kny zuerst zeigte, keine selbstständige Axe, auch nicht die Fortsetzung der relativen Hauptaxe ist, sondern durch Verwachsung der einander zugekehrten Seitenlappen der beiden Gabelzweige gebildet wird, so kommt man, falls Hofmeister's Angabe richtig wäre, zur Folgerung, der Blüthenstand oder genauer das Receptaculum sammt seinem Träger wäre überhaupt kein umgewandelter Spross, sondern eine ohne Betheiligung eines Sprossscheitels am Laubrande entstandene Bildung.

Auch die Antheridienstände betrachtet Hofmeister als umgewandelte Sprosse. Er schliesst dies für *Marchantia* aus der mit den weiblichen Ständen übereinstimmenden Anlage, für *Reboulia* aus dem Umstande, dass ihre Aussenseite häufig rudimentäre Blätter trägt.

Bevor ich auf die Besprechung der Entstehung der Inflorescenzen und der dabei sich geltend machenden Modificationen eingehe, möchte ich vorerst einige jener Fälle anführen, für welche schon in Folge einfacher Erwägungen obige Annahme unmöglich richtig sein kann.

Wenn man sagt, die Inflorescenz sei ein umgewandelter Spross, so kann dies doch

Digitized by Google

offenbar nur in der Weise verstanden werden, dass man sich vorstellt, der Sprossscheitel sei in die Bildung derselben eingetreten, d. h. die Zellen des Scheitelrandes hätten sich am Aufbaue des Receptaculums betheiligt, in ähnlicher Weise etwa, wie bei den anakrogynen *Jungermannieen* die Scheitelzelle (hier durch Ausbildung eines Archegons) zur Bildung des Blüthenstandes beiträgt. Denn nähme man an, das Receptaculum wäre ohne Betheiligung der Zellen des Scheitelrandes entstanden, so hätte es überhaupt nicht mehr die Bedeutung eines Sprosses, sondern wäre, weil hinter dessen Scheitelpunkt gebildet, als eine dorsale Bildung anzusehen. Ist nun aber das Receptaculum unter Einbeziehung des Sprossscheitels entstanden, dann ist offenbar mit seiner Anlage ein Weiterwachsen des Tragsprosses überhaupt unmöglich, jenes könnte somit nie vom Sprossrande ab auf seine Dorsalseite rücken, und es könnten ferner nie mehrere Inflorescenzen hinter einander an derselben Axe vorkommen. Um nun nur einige Fälle anzuführen, stehen bei vielen *Plagiochasmen* die männlichen wie weiblichen Inflorescenzen zu mehreren hinter einander an der Dorsalfläche des Laubes; dasselbe gilt für die weiblichen Inflorescenzen von *Clevea*, für die männlichen von *Fimbriarien* und *Peltolepis* (*Sauteria*), wo die Antheridienscheiben immer dicht hinter der den Abschluss der Laubaxe bildenden weiblichen Inflorescenz vorkommen. Die wiederholte Bildung der Stände an derselben Axe ist nur möglich, wenn deren Scheitel dabei nicht betheiligt ist, wenn er, wie bei Bildung der Geschlechtsstände von *Corsinia* und *Boschia* oder vieler anakrogyner *Jungermannieen* dabei nicht in Mitleidenschaft gezogen wird. Diese dorsalen Inflorescenzen aber als metamorphosirte dorsale Seitensprosse zu betrachten, wäre gerade in Rücksicht auf die eben erwähnten dorsalen Stände anderer Lebermoose, denen doch noch Niemand Sprossennatur vindicirte, und bei dem Umstande, dass dorsale Sprossbildung an keinem Lebermoose je beobachtet wurde, zum mindesten ungerechtfertigt, und man sähe wahrlich nicht ein, warum nicht auch den Brutbechern von *Marchantia* und *Lunularia* Sprossnatur zuerkannt werden sollte. Eine solche Deutung müsste doch wenigstens durch die Entwicklungsgeschichte begründet werden, die aber für die hier in Frage kommenden Inflorescenzen noch völlig unbekannt ist. Dies gilt für die dorsalen Inflorescenzen. Die meisten Marchantiaceen haben aber in der That apikale, d. h. der Träger entspringt aus der Laubbucht des Vorder- oder eines Seitenrandes, steht also immer am Ende einer Sprossaxe, und wo er nicht oder noch nicht gebildet, hat der sitzende Blüthenboden die gleiche Stellung. Nun wurden aber schon zu wiederholten Malen auch bei solchen Gattungen sitzende Receptacula mitten auf der Dorsalfläche gefunden, und ich habe sie ebenfalls bei fast allen Gattungen mit einfurchigen Träger aufgefunden. Es zeigen uns diese Fälle unzweifelhaft, dass die Bildung des Blüthenbodens (aber nicht auch des Trägers) nicht nothwendigerweise einen Abschluss des Sprosswachsthumes bedingt, d. h. dass dabei der Scheitelrand nicht unmittelbar betheiligt ist. Erst der Umstand, dass die Träger ausnahmlos endständig sind und dann die mit Rhizoiden erfüllte Rinne besitzen, macht es wahrscheinlich, dass bei ihrer Bildung auch der Sprossscheitel in Mitleidenschaft gezogen wird.

Digitized by Google

Dass bei Marchantia der Träger unzweifelhaft als die directe Fortsetzung des Tragsprosses zu deuten ist, habe ich schon oben erwähnt, und es ist auch diese Deutung wohl noch nie bestritten worden. Es liegt der Scheitel des Sprosses also im Schirme — aber wo? mit anderen Worten, was ist der Schirm? Für die männlichen Schirme mancher Arten kann die Antwort schon nach einer nur einigermassen genaueren Untersuchung derselben, auch wenn sie schon ausgewachsen sind, mit aller Bestimmtheit gegeben werden. Bei *M. chenopoda* zum Beispiele zeigt jeder Strahl des männlichen Hutes an seiner Ventralseite die zweireihig gestellten Ventralschuppen, die ganz dieselbe charakteristische Ausbildung wie am sterilen Laube besitzen und zwischen sich die Rhizoiden einschliessen. Der Vorder- (an der Scheibenperipherie gelegene) Rand zeigt wie am Laube die charakteristische Bucht, durch welche die Anhänge der Ventralschuppen auf die Dorsalfläche herüber greifen; in die Dorsalseite eingesenkt finden sich zwei Reihen Antheridien, die nach der Scheibenperipherie hin succesive jünger werden. Wir haben somit an jedem Strahle alle Charaktere eines männlichen Sprosses und es ist gar keine andere Deutung möglich als die — den Schirm als ein ganzes Zweigsystem zu betrachten.

Diese wenigen Beispiele mögen genügen, um vorerst zu zeigen, dass die Inflorescenzen der Marchantiaceen nicht vollkommen unter sich gleichwerthig sind, als sie das eine Mal als rein dorsale Bildungen, ein andermal als Enden unverzweigter Sprosse, ein drittes Mal als Sprosssysteme gedeutet werden müssen.

Ich will nun im Nachfolgenden versuchen, die wichtigsten Entwicklungstypen zu charakterisiren. Da die Riccieen, wie es wohl nicht bezweifelt werden kann, mit den Marchantieen genetisch zusammenhängen und mit ihnen einer Entwicklungsreihe angehören, dürfte es, wie ich glaube, zweckmässig sein, von jenen als den niederen Formen auszugehen, die dort für Anlage der Geschlechtsorgane geltenden Regeln zu präcisiren, und zu untersuchen, ob durch selbe auch die Entstehung der Geschlechtsstände der Marchantieen erklärt werden kann.

Da finden wir nun, dass

1) beide Arten von Geschlechtsorganen unmittelbar hinter dem fortwachsenden Scheitel angelegt werden. Sie stehen ausnahmslos auf der Dorsalseite des Sprosses (auf der Mittelrippe), zeigen akropetale Entstehungsfolge und niemals entstehen neue Organe rückwärts oder zwischen schon vorhandenen.
2) Ihre Mutterzellen ragen anfangs papillenartig über die Sprossoberfläche empor; die Organe werden aber schon während ihrer Bildung in das Gewebe versenkt.

Ersterer Satz ist aber nicht blos für die Riccieen giltig. Er gilt ganz in gleicher Weise auch für alle Jungermanniaceen und Anthoceroten, ebenso, wie ich glaube, mit einiger Beschränkung für alle Laubmoose, und selbst für die Gefässkryptogamen, und ich halte es daher wohl für gerechtfertigt, bevor man seine Ungiltigkeit für die Marchantieen ausspricht, vorerst zu prüfen, ob man nicht auch unter der Annahme seiner Geltung die Inflorescenzen derselben zu erklären vermöge.

Digitized by Google

Männliche Inflorescenzen. Bei den Riccien sehen wir, dass, wenn der Achsenscheitel Geschlechtsorgane anzulegen beginnt, er dadurch in seinem Längenwachsthume in keiner Weise gestört wird. Die Zelltheilungen in demselben, das Dickenwachsthum und die Längsstreckung der hinter ihm liegenden jugendlichen Gewebetheile erleiden durchaus keine Veränderung. In Folge des normalen Dickenwachsthumes werden die Antheridien ins Gewebe versenkt, in Folge des normalen Längenwachsthumes werden sie von einander entfernt und über die Länge der Mittelrippe vertheilt. Der Antheridien tragende Spross ist (abgesehen von den die Ausführungsgänge der Antheridienkammern enthaltenden hornartigen, über die Laubfläche emporragenden Stiften) äusserlich von einem sterilen nicht zu unterscheiden.

Dieselbe Anordnung der Antheridien finden wir nun auch noch bei echten Marchantieen, so bei *Clevea hyalina* und öfters auch bei der echten *Sauteria alpina* (Taf. II., Fig. 3, 4).

Eine weitere Stufe der Entwicklung wird nun durch jene Formen repräsentirt wo die Antheridien zu mehr oder minder geschlossenen Gruppen zusammentreten, die vom Scheitel entfernt auf der Dorsalseite stehen und sich an derselben Axe mehrmals wiederholen können. Die Entstehung solcher dorsaler Stände ist einmal dadurch bedingt, dass die Antheridienanlagen gedrängter stehen und dass die Phasen der reproductiven und der vegetativen Thätigkeit des Scheitels nicht allmälig in einander übergehen, sondern scharf und öfters durch eine Wachsthumspause von einander getrennt sind. So entstehen die Antheridienstände von *Ricciocarpus natans* und *Corsinia*. Hierher gehören ferner die Stände der Plagiochasmen, ferner die aller jener monöcischen Marchantieen, bei welchen der Antheridienstand dicht hinter der weiblichen Scheibe vorhanden ist, wo also der anfangs Antheridien bildende Scheitel später den weiblichen Blüthenstand anlegt. Dass in diesen Fällen die beiden Stände nicht als Einheit aufgefasst werden dürfen, sondern selbstständige von einander unabhängige Bildungen sind, sehen wir daraus, dass die Ausbildung des weiblichen Standes auch ausbleiben kann, und dann mehrere Antheridienstände in grösserer oder geringerer Entfernung von einander an derselben Laubaxe gebildet werden können. So finden wir es bei vielen *Fimbriarien*, bei *Rhacotheca* und bei *Peltolepis*, bei welch letzterer Gattung der Stand schon scheibenförmig erscheint und durch die seine Basis umsäumenden Lacinien (Hüllschuppen) noch schärfer als Ganzes hervortritt. (Taf. II, Fig. 5.)

Demselben Typus angehörig sind die Antheridienstände bei *Grimmaldia* und *Reboulia*; nur stehen die Antheridien noch dichter gedrängt, in Folge dessen die mit ihren Basen verwachsenen Stifte (wie es auch, wiewohl in geringerem Grade, auch schon bei *Peltolepis* der Fall ist) zu einer dichten die Scheibenoberseite einnehmenden mehrschichtigen und die Antheridien überdeckenden Gewebelage zusammentreten. Die Oberfläche der Scheibe erscheint mit stumpfen niederen Höckern oder Wärzchen besetzt, in welchen die Ausführnngs-

Digitized by Google

gänge der Antheridienkammern münden, und die von den zwischen ihnen vertheilten Athemöffnungen kaum zu unterscheiden sind. Auch in diesen Fällen bleibt der Sprossscheitel erhalten, und wird in die Bildung der Antheridienscheibe nicht mit einbezogen. Wohl aber wird sein Wachsthum durch die Anlage des Standes in so weit beeinflusst, als dasselbe zeitweilig oder dauernd sistirt wird. Ist das Letztere der Fall (meist bei *Reboulia*), so erscheint der Antheridienstand endständig und man findet die Scheitelknospe an der tiefsten Stelle seines Vorderrandes, zwischen jungen Schuppenanlagen versteckt, auch an fast reifen Antheridienständen noch erhalten und sie könnte leicht für eine ventrale und adventive Auszweigung gehalten werden, um so mehr, als die Insertionen der Ventralschuppen häufig über sie an dem Stande emporgezogen erscheinen. Die tiefe Stellung des Scheitels wird aber begreiflich, wenn man bedenkt, dass in Folge der Versenkung der Antheridien, deren Mutterzellen anfangs ja mit ihm ungefähr in gleicher Höhe lagen, der ganze Stand sich hinter ihm aufbauen und dessen Oberfläche daher um mehr, als die Länge einer Antheridie beträgt, über ihn emporgehoben werden musste. Auch findet man bei *Reboulia*, als Beweiss, dass die Bildung des Standes ohne Betheiligung des Scheitels vor sich geht, und dieser auch sogleich wieder vegetativ weiter wachsen kann, einzelne Antheridienstände mitten auf der Lauboberfläche, die ringsum und ununterbrochen die Porenbildung erkennen lässt. Bei *Grimmaldia* (und öfters auch bei *Reboulia*) kann der Scheitel aber sein zeitweilig sistirtes Wachsthum neuerdings wieder aufnehmen, und entweder sogleich einen neuen Antheridienstand bilden (Taf. III, Fig. 7 a, 8 a) oder (was aber seltener vorkommt) vorerst sogar wieder ein steriles Laubstück entwickeln. In diesen Fällen, d. h. wo der Scheitel nach Bildung des Standes sein Wachsthum sistirt und erst später wieder aufnimmt, wird diese Wachsthumspause in der „Gliederung" des Thallus zum Ausdrucke gebracht, d. h. das neu zugewachsene Stück ist von den älteren Laubtheilen durch eine beiderseitige Einschnürung des Thallus abgegrenzt, wie es in ausgezeichneter Weise viele *Plagiochasmen* zeigen.

Wieder eine Stufe höher in der Entwicklungsreihe steht *Lunularia*. Auch hier werden die Antheridien in streng akropetaler Folge dicht hinter dem Scheitel angelegt und es stehen daher, wie in den früher besprochenen Fällen, am Hinterrande des Standes die ältesten, am Vorderrande und median die jüngsten Antheridien. Ein Unterschied besteht aber darin, das nach Anlage des Standes das Scheitelwachsthum dauernd sistirt ist. Der Antheridienstand steht daher ausnahmslos am Ende einer Auszweigung. Es kommt hier aber noch ein weiterer Umstand in Betracht, der die seitliche Stellung des Standes (in einer Laubbucht des Seitenrandes) bedingt. Es wird nämlich der Antheridienstand immer nur kurz nach erfolgter Gabelung des Scheitels an einem der Gabelzweige angelegt, während der andere vegetativ bleibt und im Weiterwachsen jenen zur Seite drängt.

Wie *Lunularia* verhält sich *Duvalia*, insoferne als auch hier der Stand ausnahmslos endständig ist und seine Anlage unmittelbar nach erfolgter Gabelung stattfindet. Eine Modification tritt aber insoferne ein, als, wie mir scheint, immer beide Gabelzweige fertil

Digitized by Google

werden und Stände anlegen, die aber demselben oder verschiedenem Geschlechte angehören (Taf. IV, Fig. 21, 22). So kommt es, dass sich häufig zwei gesonderte Antheridienstände in einer Laubbucht des Vorderrandes finden und der zwischen ihnen öfters ganz deutlich hervortretende Mittellappen weist unverkennbar auf ihre gesonderte Abstammung von zwei verschiedenen Scheiteln hin. Die Grösse des sich bildenden Mittellappens ist aber selbstverständlich abhängig von der Grösse der Gabelzweige im Momente, wo sie in die Bildung der Geschlechtsorgane eintreten. Je früher dies geschieht, je näher also die beiden Scheitel noch aneinanderliegen, desto unscheinbarer wird jener erscheinen, desto näher werden aber auch die beiden Antheridienstände aneinander gerückt sein. So kann es geschehen, dass sie in ihrem basiskopen Theilen selbst zu einem Doppelstande verwachsen, während ihre Vorderenden allerdings getrennt bleiben. Die derart enstandenen Doppelstände erkennt man daran, dass sie einmal grösser sind und mehr Antheridien einschliessen, und dann, dass die über die Oberfläche des Standes emporragenden kurzen Stifte am basiskopen Ende zu einer Gruppe vereinigt sind und sich nach vorne in zwei etwas divergirenden Richtungen fortsetzen. Der Stand spaltet sich also nach vorne in zwei Hörner und erhält so eine Form, wie sie die einfachen Stände von *Duvalia* nie zeigen. *)

Durch *Duvalia* gelangen wir nun zu jenen Ständen, die aus einem ganzen Verzweigungssystem gebildet werden. Es gehören hieher die Stände von *Fegatella*, *Preissia*, *Marchantia* und *Dumortiera*. Der fertil werdende Scheitel theilt sich vor Anlage der Antheridien mehrmals hintereinander und der ganze Complex von Scheiteln wird nun fertil.

---

*) Die Bildung solcher Doppelstände finden wir auch schon bei *Corsinia* und *Oxymitra*, und sie kommt wahrscheinlich auch bei *Ricciocarpus* vor. Bei ersteren Pflanzen sehen wir nämlich häufig, dass der Stand schon am gemeinsamen Fussstücke zweier Gabelzweige beginnt, sich dann spaltet und in die Gabelzweige hinein fortsetzt (Heft IV, pag. 48). Der Unterschied besteht nur darin, dass die Gabelung auch während der Bildung des Standes, also während der fertilen Thätigkeit des Scheitels eintreten kann, und dass die Scheitel der beiden Gabelzweige nach Abschluss der letzteren wieder vegetativ weiter wachsen.

Es wäre möglich, dass solche Doppelstände auch bei *Lunularia* (vielleicht auch bei *Reboulia* und *Grimmaldia*) manchmal vorkommen können. Bei ersterer Gattung habe ich nämlich Stände, die ganz solchen Doppelständen glichen, gefunden. Da sie aber wie die normalen in Seitenbuchten des Laubes stehen, so können sie nicht in der Weise entstanden sein, dass etwa der sonst vegetativ weiterwachsende Scheitel etwa auch fertil wurde (in welchem Falle der Stand ja am Vorderrande des Triebes stehen müsste), sondern es müsste am fertilen Scheitel eine abermalige Gabelung eingetreten sein.

Nicht zu verwechseln mit solchen Doppelständen sind die Stände mancher *Plagiochasmen*. Auch diese erscheinen häufig zweihörnig („halbmondförmig"), und ebenso kommt es bei *Reboulia* und *Grimmaldia*, wenn auch nicht in so ausgezeichneter Weise vor. Hier findet man dann aber nicht an beiden Hörnern Scheitelpunkte, sondern es ist nur ein einziger und in der Mitte zwischen beiden vorhanden, oder es entspringt an dieser Stelle die Sprossfortsetzung. Ihre Form ist nur die Wiederholung der Form der in der Laubbucht („Herzbucht") des Vorderrandes gelegenen Scheitelfläche, was namentlich bei den mit „gegliedertem" Thallus versehenen Arten, wie *Pl. cordatum* (wo nach Anlage des Standes dadurch, dass der nun vegetativ weiterwachsende Scheitel zuerst keine Laminarflächen und nur die Mittelrippe ausbildet, die Laubbucht erhalten bleibt und die, wie man sagt, „aus der Mittelrippe sprossen"), ganz deutlich hervortritt.

Digitized by Google

Solche zusammengesetzte Stände sind, abgesehen von der grossen Zahl der Antheridien, vorzüglich dadurch charakterisirt, dass die Geschlechtsorgane nicht mehr vom hinteren Ende des Standes nach vorne successive jünger werden, sondern, dass eine centrale Anordnung hervortritt. Im Centrum der Scheibe finden sich die ältesten Antheridien, und von dieser Stelle nach der Peripherie verlaufen Gruppen successive jünger werdender.

Es liegt in der Natur der rasch sich wiederholenden Gabelverzweigung, dass an allen Strahlen die vom Centrum der Scheibe gleich weit entfernten Antheridien gleich alt sind, d. h., dass sämmtliche Strahlen sich im gleichen Entwicklungsstadium befinden. Das einen solchen Antheridienstand zusammensetzende Zweigsystem verhält sich vollkommen gleich einem wiederholt gabelig verzweigten Thallus jener Lebermoose, denen man einen strahligen Wuchs zuschreibt. In besonders ausgezeichneter Weise tritt dieser hervor bei Anthoceros und vielen Ricciaarten. Legt man Thallusenden einer solchen (namentlich schön gelingt es mit *Ricciocarpus natans*) auf feuchte Erde, so bilden sich aus denselben in verhältnissmässig kurzer Zeit vollkommen kreisrunde, aus wiederholt gegabelten Strahlen zusammengesetzte Scheiben, an deren Peripherie die Scheitel der einzelnen Gabelzweige gelegen sind, und das dem in Cultur genommenen Thallusstücke entsprechende, also älteste Gewebe befindet sich im Centrum. Würde ein solches Thallusstück während der wiederholten Gabelung auch fortwährend Antheridien produciren, es würde im Wesentlichen einem männlichen Schirme von *Marchantia* gleichen und ein Unterschied würde eigentlich nur darin bestehen, dass hier die Gabelungen sehr rasch aufeinanderfolgen und daher die gemeinsamen Fusstücke der Gabelzweige zu einer geschlossenen, das Centrum des Schirmes bildenden Gewebemasse verwachsen, während sie bei *Riccia*, von einander gesondert sind.

Bei *Fegatella* tritt die Natur der Antheridienscheibe — als eines durch wiederholte Gabelung entstandenen Zweigsystemes — wohl nicht hervor. Deutlicher ist dies schon an den strahligen Hüten von *Preissia*, noch mehr an denen von *Marchantia*. Namentlich einige ausländische Arten der letzteren Gattung, wo die Schirme, offenbar in Folge eines länger dauernden selbstständigen Längenwachsthums der einzelnen Strahlen, tief gelappt und oft selbst handförmig getheilt erscheinen, tritt die Zweignatur der einzelnen Strahlen auf das Unzweideutigste hervor. Ich habe diesbezüglich schon oben der *M. chenopoda* Erwähnung gethan, wo jeder Strahl ganz deutlich die Mittelrippe und die beiden Laminartheile, weiters an seinem (in der Schirmperipherie gelegenen) Vorderrande die Endbucht mit der Scheitelfläche zeigt, über welche von der Unterseite her die Anhänge der Ventralschuppen herübergeschlagen sind. Ebenso finden wir an der Ventralseite des Strahles die zweireihig gestellten Schuppen mit ihren charakteristischen Spitzenanhängseln und den zwischen ihnen verlaufenden Rhizoiden. — Kurz, ich wüsste nicht, welches Merkmal zur Charakterisirung des Strahles als eines selbstständigen Zweiges noch fehlen würde. (Taf. 9 Fig. 11.) Aber auch der Bau des ganzen Schirmes weist auf seine Entstehung durch Gabelung hin. Er sitzt dem Träger nicht central auf, sondern es liegt die Insertion näher dem Hinterrande,

Digitized by Google

an welchem die beiden Strahlen auch weiter von einander spreizen und mit ihren Insertionen am centralen Scheibentheil von einander entfernt sind; lauter Eigenthümlichkeiten, die wir an einem strahligen Riccienthallome ganz in gleicher Weise finden.

Weibliche Inflorescenzen. Zur Beurtheilung des morphologischen Werthes der weiblichen *Receptacula* der Marchantieen müssen wir wieder von den Verhältnissen ausgehen, wie wir sie bei den *Riccien* und den diesen zunächst stehenden Gattungen finden.

Die in akropetaler Folge am Scheitel angelegten Archegonien stehen in der Längserstreckung der Sprossmediane (bei monöcischen Arten untermischt mit Antheridien). So bei *Riccia*, *Ricciocarpus* und *Oxymitra*. Aber schon bei *Corsinia* und ebenso bei *Boschia* sehen wir an demselben Sprosse einen rythmischen Wechsel zwischen sterilem und fertilem Wachsthume Platz greifen. Es bilden sich Gruppen von Geschlechtsorganen, welche sich an derselben Axe mehrmals wiederholen und durch Ueberwachsen der angrenzenden Thallustheile in Gruben des Laubes versenkt werden. Dass hier nicht sowie bei *Riccia* jedes Archegon einzeln versenkt wird, das mag seinen Grund wohl darin haben, dass die den Archegonmutterzellen angrenzenden Zellen und allgemein die steril bleibenden Zellen des Blüthenbodens zu isolirten Haaren auswachsen, ein gemeinsames Dickenwachsthum der archegonbildenden Zellenlage also nicht möglich ist. Statt der Versenkung der einzelnen Archegone werden sie eben in einen Haarrasen eingebettet. *)

Bei *Boschia* stehen in jeder Grube nur wenige (2—3) Archegone und nur ein einziges entwickelt sich zur Frucht, die von einer aus dem Grunde der Hülle und um die Basis der Archegone entspringenden, aber schon vor der Fruchtbildung angelegten mantelförmigen Hülle umschlossen wird. Bei *Corsinia* bilden sich aber immer zahlreiche Archegone (selbst bis zu zehn.) Zugleich mit ihnen, und zwar in der Mitte der ganzen Gruppe bildet sich nun aber ein Gewebehöcker mit Luftkammern und Athemöffnungen, der zugleich mit dem Heranwachsen der Archegonien ebenfalls an Umfang und Höhe zunimmt, so dass die jungen Früchte endlich in nischenartige seitliche Aushöhlungen jenes Höckers zu stehen kommen, und zugleich von den aus dem oberen Seitenrande desselben entspringenden Gewebelamellen überdacht werden. Der in seinem Baue vollkommen mit dem der dorsalen die Luftkammerschichte bildenden Thallustheile übereinstimmende Höcker ist nun das Analogon der den Blüthenboden vieler Marchantieen bildenden Scheibe, während jene aus seinem Rande über den befruchteten Archegonien sich entwickelnden Lamellen ihr Aequivalent in den Randtheilen der Hüllen finden.

Die Bildung des Höckers mit den Athemöffnungen und der Luftkammerschichte, kurz mit allen Eigenschaften des dorsalen Thallusgewebes setzt offenbar voraus, dass zwischen den Archegonien eine circumscripte Stelle der oberflächlichen Zellschichte statt Archegone oder Haare zu bilden, in das normale auch an sterilen Laubtheilen stattfindende

*) Vergl. Heft IV, pag. 13

Digitized by Google

Dickenwachsthum eintrat, und zwar zu einer Zeit, wo die Archegone schon angelegt waren. Ausserhalb und um die Archegone ist ein solches Dickenwachsthum, das ja von der oberflächlichen Zellenlage ausgeht, durch die Anlage der Haare unmöglich gemacht. Denken wir uns nun die Haarbildung von den Basen der Archegone weg weiter nach der Peripherie gerückt und somit jene Fläche, wo Dickenwachsthum möglich ist, über die Archegone hinaus erweitert, so werden die Archegone nicht allein auf den sich bildenden Höcker emporgehoben werden, sie werden auch, falls die Höckerbildung schon zur Zeit ihrer Anlage eintritt, gerade wie bei *Riccia* in das Gewebe versenkt werden müssen.

Darin nun liegt der wesentliche Unterschied zwischen *Corsinia*, und jenen *Marchantieen*, die ihre Fruchtstände mitten auf dem Laube tragen: Die verspätete und wenig ausgiebige Höckerbildung bei *Corsinia* gegenüber einer früher eintretenden und ausgiebigeren z. B. bei *Plagiochasma*; — dort werden die Archegone nur etwas auseinander geschoben, bleiben aber am Boden der Grube inserirt; hier werden sie auf dem mächtig sich entwickelnden Höcker emporgehoben und in das Gewebe eingebettet.

Wie *Plagiochasma* verhält sich auch *Clevea* und *Plagiochasma Rousselianum*, welche Pflanze letzterer Gattung viel näher steht als ersterer, und vielleicht am besten in dieser Gattung einzureihen ist.

Bei *Plagiochasma* bilden sich in einem Stande immer nur wenige (3—4) Archegone. Das erste steht in der Mediane des Höckers und am Hinterrande desselben. Später treten am Vorderrande rechts und links und zwar n a c h einander zwei weitere auf (Taf. I, Fig. 10). Es stehen also am Seitenrande des Höckers drei Archegone, das älteste ausnahmslos nach rückwärts, die beiden jüngeren nach vorne. Während nun der Scheitel weiter wächst und dadurch der Höcker immer weiter nach rückwärts zu liegen kommt, zeigt dieser in seiner Mitte sehr starkes Dickenwachsthum, und wird so zu einer kopfförmigen d. i. an der Basis eingeschnürten Scheibe. Eine Folge des gleichen Dickenwachsthumes ist es ferner, dass die Archegone in nischenförmige Vertiefungen zu liegen kommen (Taf. I, Fig. 11) und successive vom Scheibenrande ab und über denselben auf die Unterseite des Köpfchens verschoben werden, zugleich aber (negativ geotropisch?) ihre Hälse nach aufwärts krümmen. Während dieses Dickenwachsthumes erfolgt auch die Ausbildung der die Oberseite des Köpfchens einnehmenden Luftkammerschichte. Ihre Anlage erfolgt bald nach dem Sichtbarwerden der Archegonmutterzellen in gleicher Weise wie am sterilen Laube (Taf. I, Fig. 3): In der Mitte der Scheibe werden an den Ecken der quadratischen Aussenwände der an der Oberfläche liegenden Zellen kleine Grübchen sichtbar (Taf. I, Fig. 10 b), welche bei fortschreitendem Dickenwachsthum des Höckers sich zu Canälen vertiefen und endlich, am Grunde sich ausweitend, zu den Luftkammern werden, die in ähnlicher Weise wie am Laube von einer einschichtigen Decke überdacht werden (Taf. I, Fig. 11). Da die Luftkammern und ihre in der Decke erhalten bleibenden Athemöffnungen bis an die Basis der

Digitized by Google

Archegone reichen, so werden die deren Insertionen zunächstliegenden bei der Versenkung der Archegone (der oben erwähnten Nischenbildung) in diese Einsenkungen hineingezogen. Wenn nun durch Streckung der Gewebetheile diese Einsenkungen vertieft werden und so die eigentliche Hüllenbildung beginnt, erscheint selbstverständlich auch die Innenwand mit Athemöffnungen besetzt. In noch viel ausgezeichneter Weise als bei *Plagiochasma* sehen wir dies bei *Clevea*, welche Gattung in der Entwicklung der weiblichen Inflorescenz vollkommen mit ersterer übereinstimmt (Taf. II, Fig. 20, 21).

Kurz vor der Fruchtreife wird der Stand durch die an der Stelle seiner basilaren Einschnürung vor sich gehende Stielbildung emporgehoben; bei manchen Plagiochasmaarten so wenig, dass der Fruchtkopf eben nur aus der Fruchtgrube auf die Oberfläche des Laubes gerückt wird, während bei Clevea der Träger eine ganz bedeutende Länge erreicht.

Aus dem Mitgetheilten ergibt sich, wie ich glaube, wohl unzweifelhaft, dass die weiblichen Blüthenböden der Plagiochasmaarten und von Clevea nur als dorsale Wucherungen des Laubes aufzufassen sind, wobei der Sprossscheitel sich nicht betheiligt und in ähnlicher Weise, wie bei der Bildung der Archegonstände von Corsinia, nach Anlage derselben vegativ weiterwächst. Es ist also der Träger (Stiel) des Fruchtkopfes ebenfalls eine rein dorsale Bildung. So erklärt sich auch, dass derselbe keine Ventralfurche*) („Wurzelrinne") besitzt, und dass die Stände an derselben Axe sich wiederholen können.

Bei Clevea finden sich am Blüthenboden meist vier Archegone, und so dürfte es öfters auch bei Plagiochasma vorkommen. Es entstehen nämlich am Hinterrande des Höckers (und zwar ziemlich gleichzeitig rechts und links) zwei Archegone, worauf dann am Vorderrande die beiden jüngeren folgen.

An die bis jetzt besprochenen Formen, und zwar zunächst an *Clevea* schliesst *Sauteria* an. Die Bildung des Blüthenbodens, die Anlage der Archegone wie die der Hülle erfolgt vollkommen in gleicher Weise und nur darin besteht ein Unterschied, dass der Scheitel nach Anlage der Archegone nicht mehr weiter wächst und in die Bildung des Blüthenbodens gewissermassen mit einbezogen wird. Wenn dieser sich nämlich zur Kopfform entwickelt, liegt die halsartige Einschnürung unterhalb des Scheitelrandes, der dann bei der Stielbildung mit emporgehoben wird. Da also das Sprossende (der Scheitel) am Kopfe selbst liegt, so ist der Stiel hier allerdings als directe Fortsetzung der Sprossaxe aufzu-

---

*) Es wird vielfach angegeben, dass einige Plagiochasmen solche besitzen sollen und namentlich wird da *Pl. cordatum* genannt. Ich habe bei keiner der untersuchten Arten (vergl. den speciellen Theil) Ventralfurchen gefunden. Es entspringt der Träger allerdings an der Gliederungsstelle des Thallus und es sieht aus, als ob derselbe (wie etwa bei Preissia) die unmittelbare Fortsetzung (der Mittelrippe) des Thallus darstellen, und die mit stielförmiger Basis beginnende Sprossfortsetzung einer seitlichen (ventralen) Auszweigung entsprechen würde. Es ist dies aber nur scheinbar und ich habe die Gründe für diese Ausbildung im speciellen Theile erörtert.

Digitized by Google

fassen, und seine hier immer vorhandene mit den vom Kopfe herablaufenden Zäpfchenrhizoiden erfüllte Rinne entspricht der zusammengerollten Ventralfläche einer Laubaxe.*)

Ganz so wie Sauteria verhalten sich bezüglich der Anlage der weiblichen Blüthenböden die Gattungen Fimbriaria, Duvalia, Grimmaldia und Reboulia. Es werden meist drei oder vier (hie und da auch mehr) Archegone gebildet und ihre Entstehungsfolge, die primäre Stellung ihrer Anlage auf der Oberfläche der Scheibe, wie ihre spätere Lagenveränderung geht ganz sowie bei Sauteria vor sich. Der Träger besitzt also auch hier typisch nur eine Wurzelrinne. (Vergl. Taf. III, Fig. 1, 2, 5, 15, 16.)

In allen diesen Fällen ist das Receptaculum ganz so wie bei *Plagiochasma* und *Clevea* das Product einer dorsalen Wucherung hinter dem Scheitelrande, und der Unterschied besteht nur darin, dass dort der Scheitel weiterwächst, und somit vom Vorderrande des Receptaculums entfernt wird, hier aber sein Wachsthum einstellt und somit an jenem verbleibt und bei der Stielbildung mit emporgehoben wird. Dass diese Erklärung richtig ist, dass also die Anlage der Scheibe und selbst ihre weitere Ausbildung (bis zu einem gewissen Stadium) hinter dem Scheitelrande vor sich geht, dafür sprechen jene Fälle abnormer Entwicklung, wo rudimentäre weibliche Blüthenböden, vom Scheitel entfernt, mitten auf dem Laube gefunden werden. Ich fand sie bei fast allen obengenannten Gattungen. **) Die Receptacula hatten ungefähr jene Grösse, wie sie sie zur Zeit der Archegonreife zeigen.

---

*) Nees v. Es. gibt für *S. alpina* das häufige Vorkommen von zwei „Wurzelrinnen" an. Es wäre möglich, dass diese Angabe nicht die echte *S. alpina*, sondern die früher für die monöcische Form dieser Art gehaltene *Peltolepis grandis* (*Sauteria quadrata*) betrifft, welche, wie ich schon oben mitgetheilt habe, auch im Baue des Antheridienstandes von jener auffallend verschieden ist. Diese Pflanze besitzt nun in ihrem Träger constant zwei Rinnen. Nach der Analogie mit Marchantia und Verwandten müssen wir annehmen, dass in dem Receptaculum zwei, durch frühe Gabelung entstandene, Scheitel vorhanden waren, so dass dasselbe als durch zwei Gabelzweige gebildet angesehen werden muss. Ob überhaupt im Träger ein oder zwei, oder wie bei Lunularia selbst gar keine Rinne entsteht, hängt, wie ich glaube, wesentlich davon ab, in welches Stadium der Blüthenbodenentwicklung der Beginn der Gabelung fällt. Tritt die Gabelung erst ein, wenn das Receptaculum schon an der Basis halsartig eingeschnürt ist, entspricht also das an der Vorderseite des Halses gelegene Gewebe der Ventralseite des noch unverzweigten Sprosses, so wird dem entsprechend bei der durch Streckung erfolgenden Stielbildung auch nur eine Rinne gebildet werden. Das die Vorderseite der halsartigen Einschnürung bildende Gewebe kann aber auch zwei Gabelzweigen entsprechen (wenn die Gabelung eben früher eingetreten) und es wird der Stiel zwei Rinnen besitzen. Es können aber auch vier Rinnen (bei frühem Eintreten wiederholter Gabelung) vorkommen, wie ich es einmal bei Preissia fand. Ich glaube, dass sich dadurch auch leicht jene im speciellen Theile beschriebene abnorme Bildung erklärt, wo der einfurchige Träger an der Spitze zwei gesonderte Receptacula trug; und ebenso kann es vorkommen, dass der am Grunde einfache Träger in zwei köpfchentragende Aeste gespalten wäre, was ich an einem mir von Herrn Breidler gütigst mitgetheilten Exemplare von *Duvalia rupestris* sah. Vielleicht erklärt sich auch die constant grössere Zahl der Archegone bei Peltolepis gegenüber Sauteria durch die fertile Thätigkeit zweier Scheitel.

**) Auch Voigt (Bot. Zeitg. 1879 pg. 747) fand bei Reboulia mitten am Laube ein etwa wickenkorngrosses abortirtes Receptaculum, das mit den prachtvollsten Athemöffnungen versehen war. Archegone scheint er darauf nicht beobachtet zu haben.

Digitized by Google

Die nach rückwärts liegenden (zuerst gebildeten) Archegone waren vollkommen erwachsen, aber abgestorben, die des Vorderrandes jedoch waren theils nicht über die Anlagestadien hinausgekommen, theils waren sie gar nicht vorhanden, ihre Anlagen wenigstens nicht erkennbar. Sie standen sämmtlich schon unter dem Seitenrande der Scheibe, welche an der Basis kaum eingeschnürt war. Rings um diesen Blüthenboden war die Oberhaut mit Athemöffnungen besetzt, eine Unterbrechung derselben, nach der Seite der Sprossfortsetzung hin, war nicht zu beobachten. Es kann diese continuirliche Fortsetzung der Lauboberfläche auf das vor dem Receptaculum liegende, also nach dessen Anlage gebildete Thallustück aber nur durch die Annahme erklärt werden, dass es die unmittelbare Fortsetzung derselben Axe darstelle. Es war also der Scheitel (wie normal bei *Plagiochasma* und *Clevea*) nach Anlage des Receptaculums weitergewachsen (wohl in Folge eines frühen Absterbens des Letzteren) und zur rein vegativen Thätigkeit zurückgekehrt.

Einen weiteren Typus repräsentirt *Lunularia*. Der Träger entspringt aus einer Bucht des Seitenrandes, stimmt also bezüglich seiner Stellung mit den Antheridienständen überein. Ein wesentlicher Unterschied gegenüber den eben besprochenen Gattungen besteht darin, dass der Träger keine Rinne besitzt, auch nicht am Laubrande entspringt und somit nicht die unmittelbare Fortsetzung der Mittelrippe des Tragsprosses darzustellen scheint. Man könnte also auf eine Aehnlichkeit mit *Plagiochasma* denken. Es spricht aber dagegen der Umstand, dass von der Stielinsertion bis zu dem in der Bucht gelegenen Laubrande eine sehr enge Furche verläuft, in welcher oft Rudimente von Ventralschuppen erkennbar sind. Ferner zeigt das vor der Stielinsertion bis zum Laubrande sich erstreckende Gewebe der Oberseite nicht den charakteristischen Bau der Lauboberseite, und am Laubrande ist ein Scheitel nicht erkennbar. Auch der Bau des Receptaculums ist ein wesentlich anderer: Der centrale, den Hüllen zum Ansatze dienende Theil entbehrt der Lufkammerschichte und der Athemöffnungen; ferner sind die Hüllen keine eigenen Hüllen, sondern sie umschliessen nicht selten zwei Früchte, immer aber neben der Einen noch mehrere abgestorbene Archegone theils mit, theils ohne Fruchtanlagen. Sie gleichen somit viel mehr den sogenannten gemeinsamen Hüllen von *Marchantia* und *Preissia* (Taf. VI, Fig. 13).

Dieser abweichenden Ausbildung des Receptaculums und des Trägers entspricht auch eine ebenso verschiedene Entwicklung:

Die in unsern Gärten häufige weibliche Pflanze zeigt sich bekanntlich im Frühjahre sehr reichlich mit Blüthenständen besetzt. Sie stehen um diese Zeit schon in einer Bucht des Laubrandes (Taf. VI, Fig 3) und sind vollkommen überdeckt von jenen breiten blattartigen Schuppen, welche an der fruchtenden Pflanze die Trägerbasis scheidenartig umgeben (Taf. VI, Fig. 13). Am halbkugeligen Receptaculum finden sich vier Gruppen von Archegonien: zwei nach rückwärts, zwei nach vorne (Fig. 12). Die Archegone jeder Gruppe sind ungleichen Alters, und zwar stehen die ältesten näher dem Scheibencentrum (vergl. Fig. 2). Schon dieser Umstand, dass die Archegone des Receptaculums in ihrer Gesammtheit

Digitized by Google

nicht akropetale Entwicklungsfolge zeigen, also nicht nach dem Scheitel des Tragsprosses jünger werden, sondern dass die Entwicklung derselben in mehreren vom Centrum der Scheibe aus divergirenden Richtungen stattfindet, hatte mir in Berücksichtigung der streng akropetalen Entstehungsfolge dieser Organe bei allen *Ricciea* und den meisten Marchantieengattungen die Vermuthung nahegelegt, die Scheibe bei *Lunularia* werde durch ein ganzes Verzweigungssystem gebildet. Und dies ist denn auch in der That der Fall, und die Verzweigung (Gabelung) des Scheitels tritt schon zugleich mit der Anlage der Archegone und zu einer Zeit ein, wo eine Höckerbildung noch kaum bemerkbar ist (Taf. VI, Fig. 7 und 8). (Vergl. weiter im speciellen Theile).

Zur Bildung der Inflorescenz treten vier (durch sich wiederholende Gabelung entstandene) Scheitel zusammen, deren jeder sogleich nach seiner Anlage Archegone entwickelt, so dass also den vier Scheiteln auch die vier Archegongruppen entsprechen. Da nun das Receptaculum (d. h. der Höcker, auf dem die Archegone stehen) sehr langsam sich entwickelt, und somit auch die Verschiebung der Archegone und der Scheitelränder auf dessen Unterseite (gegenüber anderen Gattungen) verhältnissmässig spät erfolgt, so entstehen die ersten Archegone jeder Gruppe noch auf der Oberseite und zeigen daher in Bezug auf den Scheitel akropetale, in Bezug auf das Receptaculum centrifugale Entstehungsfolge.

Eine Verschiebung der Archegone unter den Scheibenrand findet überhaupt erst nach Erlöschen der archegonbildenden Thätigkeit der Scheitel statt. Ist diese Verschiebung ausgeführt und hat bis dahin keine Fruchtentwicklung begonnen, so bleibt das Receptaculum in diesem Zustande und stirbt endlich ab. Durch die Verschiebung der Archegone auf die Unterseite der Scheibe (eigentlich nur unter den Scheibenrand) werden aber auch die Archegone unter einander verschoben und dies ist wohl auch der Grund, warum man bis jetzt weder die Sonderung derselben in vier Gruppen, noch ihre succedane und centrifugale Entstehung beobachtet hat.

Durch Lunularia gelangen wir zu Marchantia, Preissia (und Dumortiera) und ein Unterschied besteht eigentlich nur darin, dass die fertile Thätigkeit der Scheitel längere Zeit erhalten bleibt, dass also auch noch n a c h deren Verschiebung auf die Unterseite des Receptaculums Archegonien gebildet werden. Dazu kommt noch, dass die Verzweigung lange vor Anlage der Geschlechtsorgane stattfindet, ja dass selbst die Bildung des Receptaculums zur Zeit des Sichtbarwerdens der ersten Archegone schon so weit vorgeschritten ist, dass die Scheitelränder schon auf die Unterseite der Scheibe verschoben erscheinen und somit dem Scheibencentrum zuwachsen. Dadurch erklärt es sich, dass die Archegone nun centripetale Entwicklungsfolge zeigen. Es stimmt diesbezüglich Preissia mit Marchantia überein, wenn auch bei ersterer Gattung an älteren Ständen die Archegone einer Gruppe häufig in tangentaler Richtung neben einander zu stehen scheinen, was aber von secundären Wachsthumsvorgängen abhängig ist. Ein Unterschied zwischen beiden Gattungen besteht

Digitized by Google

aber darin, dass bei Preissia die Normalzahl der Gabelzweige sowie bei Lunularia vier ist, während sie bei Marchantia (in Folge einer nochmaligen Gabelung) acht beträgt (Taf. IX, Fig. 3).

Die frühe Verschiebung der Scheitel auf die Unterseite des Receptaculums, das wir uns eigentlich als das gemeinsame Fussstück sämmtlicher Gabelzweige deuten müssen, wird leicht erklärlich und eigentlich selbstverständlich, wenn wir die Lage derselben am vegetativen Scheitel in Betracht ziehen (Taf. VII, Fig. 2 und 7). Denken wir uns solche Sprossspitzen radial zu einer Scheibe geordnet und unter sich verwachsen, so erscheint eigentlich die Form des Receptaculums und die Lage der Scheitel schon gegeben.

Im Sinne dieser Auseinandersetzungen entspricht also die archegonientragende Unterseite oder genauer gesagt, jede der mit Archegonien besetzten Partieen der Unterseite der Dorsalfläche eines Zweiges, der in seiner Lage dem ab- und einwärts gekrümmten Strahle eines männlichen Hutes entsprechen würde.

Unter der Annahme, der Schirm von Marchantia entspreche einem nach Art eines strahligen Riccieenlaubes gebildeten Verzweigungssystem wird uns auch die bei vielleicht allen Arten von Marchantia zu beobachtende zygomorphe Ausbildung desselben verständlich. Dass diese auch bei *M. polymorpha* vorkommt, darauf hat meines Wissens zuerst Lindberg*) aufmerksam gemacht: Der Träger erscheint nämlich auch bei dieser Art nicht central, sondern näher dem Hinterrande der Scheibe inserirt. Die mit Athemöffnungen versehene Rückenfläche des Trägers geht directe zwischen diesen beiden Strahlen, die auch kürzer als die übrigen und gegen einander concav gekrümmt sind, in die Schirmoberfläche über, und zwischen diesen beiden Strahlen fehlt die Archegongruppe und somit auch die sie umschliessende gemeinsame Hülle. Es ist dies alles erklärlich, wenn wir bedenken, dass diese Stelle dem Ausgangspunkte des Verzweigungssystemes, d. h. dem ursprünglichen Verbindungsstücke des in Gabelung eingetretenen Achsenscheitels mit der Dorsalfläche des Laubes entspricht. Bei der Normalzahl von neun „Schirmstrahlen" sind also nur acht Archegongruppen vorhanden, was auf eine dreimal sich wiederholende Gabelung schliessen lässt.

Im Sinne dieser Auseinandersetzungen ist es selbstverständlich, dass die Strahlen, in welche der Schirm von Marchantia gespalten ist, nicht Zweigen entsprechen, sondern eigentlich verlängerte Mittellappen darstellen.**) Ebenso sind dann die in ihnen mündenden, mit Zäpfchenrhizoiden erfüllten Canäle locale Aussackungen der ursprünglichen Ventralfläche, die mit der Auszweigung eigentlich Nichts zu thun haben, da sie, freilich in viel geringerer Ausbildung, auch an den Fruchtköpfen jener Gattungen sich finden, wo bei Bildung des Receptaculums eine Verzweigung des Scheitels nicht stattfindet (Reboulia.)

Die eben gegebene Deutung des Marchantia-Receptaculums erklärt uns ferner auf die einfachste Weise einige abnorme Bildungen, die eigentlich sogar als weitere Belege für die Richtigkeit dieser Deutung angeführt werden können.

---

*) *Hepaticae in Hibernia 1873 lectae. Helsingfors 1875.*

**) Die beiden hinteren Strahlen würden dann Seitenlappen zu vergleichen sein.

Digitized by Google

Ich rechne hierher den von mir beobachteten Fall,*) wo an der Unterseite eines anscheinend normal gebildeten weiblichen Hutes an Stellen, die der Lage nach einer Radialreihe von Archegonien entsprachen, je eine vollkommen entwickelte Laubaxe vorhanden war. Sie hatte ihre mit Athemöffnungen besetzte Dorsalfläche nach abwärts, ihren Scheitel dem Scheibencentrum zugekehrt und es sassen auf ihr mehrere, nach diesem hin jünger werdende Brutknospenbehälter. Es erklärt sich uns diese sonst so überraschende Bildung auf die natürlichste Weise durch die Annahme, es seien einige der den Schirm zusammensetzenden Gabelzweige zum Charakter vegetativer Laubaxen zurückgekehrt, oder besser gesagt, hätten diesen nicht verloren.

Lindberg**) berichtet, dass er in der Cultur an einem Fruchtkopfe von *Dumortiera irrigua* und aus dem Rande eines sterilen Strahles zwei sterile Laubachsen herauswachsen sah, was uns wieder verständlich wird, wenn wir erwägen, dass auch bei dieser Gattung das Receptaculum durch ein Zweigsystem gebildet wird. ***)

Die Träger der männlichen und weiblichen Receptacula von Marchantia, Preissia †) und Dumortiera haben typisch zwei Ventralfurchen. Sie entsprechen den ersten Gabelzweigen des fertilwerdenden Scheitels, und es ist ihre Entstehung durch dieselben Ursachen bedingt, wie die der einen Furche bei den andern oben besprochenen Gattungen.

Bei allen Marchantiaceen, mit Ausnahme der beiden eben besprochenen Gattungen, werden die Archegone eines Standes sehr bald nach einander angelegt und treten somit ziemlich gleichzeitig — wenigstens nicht durch grosse Zeitintervalle getrennt — in das Stadium der Empfängnissreife. Wenn nun in dem zuerst befruchteten Archegonium die Entwicklung des Sporogons so weit vorgeschritten ist, dass Sporen und Elateren gebildet sind und somit das Reifestadium nahezu erreicht ist, sind auch die übrigen Archegone entweder schon im Stadium der Sporogonbildung oder sind — wenn eine Befruchtung nicht stattgefunden — nicht mehr empfängnissfähig. Wenn nun durch das Wachsthum des gemeinschaftlichen Stieles das Receptaculum über die Thallusoberfläche emporgehoben wird, so sind

---

*) Bot. Zeitg. 1875 pag. 747.

**) *Hepaticae in Hibernia lectae pag. 468.*

***) Auch Nees v. Es. (Naturgeschichte . . . . Bd. IV, pag. 94) beschreibt zwei interessante Sprossungen an Trägern von Marchantia, die, wie ich glaube, ebenfalls nicht als Adventivbildungen zu deuten sind, sondern durch Auswachsen von eigentlich dem Schirm angehörigen Scheiteln zu erklären sind, die bei der Bildung des Trägers an diesem herabgezogen wurden. Doch ist mir die Beschreibung nicht ganz verständlich, um eine bestimmte Ansicht aussprechen zu können. Wären die Sprossungen Adventivbildungen, so wäre nicht einzusehen, warum dieselbe anfangs die verkehrte Lage zeigten, und erst durch Umkehrung in die normale kamen. Die erste unnatürliche Lage musste also wohl durch besimmte Lagen eines schon früher vorhandenen Sprosses bedingt gewesen sein.

†) Bei *Preissia commutata* fand ich einmal einen Fruchtstiel, der von vier Furchen durchzogen war. Vergl. pg. 31 Anmerkung.

Digitized by Google

in jedem Falle keine empfängnissfähigen Archegone mehr vorhanden. Es muss also die Befruchtung immer vor dieser Stielbildung stattfinden, so lange der Archegonstand noch dicht dem Thallus anliegt, resp. in diesem eingesenkt ist. Dies erklärt uns auch, dass bei allen hieher gehörigen Gattungen auch die Antheridienstände als sitzende Scheiben erscheinen. Bei Marchantia, Preissia und Dumortiera hält aber, in Folge der oben erwähnten lange dauernden fertilen Thätigkeit der am Receptaculum befindlichen Scheitel, die Bildung der Archegone viel längere Zeit an und es ist ja bekannt, dass schon sehr weit entwickelte Sporogone neben ganz jungen Archegonen am selben Receptaculum, ja in demselben Strahle vorhanden sind. Wenn nun in Folge der Stielbildung, welche auch hier mit der Sporenreife zusammenhängt, die Erhebung des Receptaculums erfolgt, sind noch empfängnissfähige Archegone vorhanden, deren Befruchtung durch aus sitzenden Scheiben entleerte Spermatozoiden äusserst selten eintreten würde. Und so sehen wir denn bei diesen beiden Gattungen auch an den männlichen Scheiben Stielbildung eintreten. Es folgten also, im phylogenetischen Sinne, die männlichen Organe den weiblichen, das heisst, die Bildung der gestielten männlichen Blüthenböden erfolgte secundär und wurde dadurch veranlasst, dass in Folge der lange dauernden Archegonbildung zugleich mit den jungen Früchten auch empfängnissfähige weibliche Organe über den Thallus emporgehoben wurden.

Ich habe bis jetzt der weiblichen Inflorescenz von Fegatella keine Erwähnung gethan. Bei dieser Gattung bin ich auch über die Deutung des Receptaculums nicht im Klaren. Der Träger besitzt bekanntlich nur eine Furche, und im Receptaculum befinden sich (meist acht) einzeln stehende Archegone und in gleichen Abständen von einander. Man könnte also auf eine Bildung denken, die mit der übereinstimmt, welche wir auch bei andern mit einfurchigem Träger versehenen Gattungen beobachten, also auf die Entstehung desselben an einem unverzweigten Sprossscheitel. Mit dieser Deutung würde auch noch die Form des Scheitels bei Anlage des Höckers (Taf. V, Fig. 2) so ziemlich übereinstimmen. Es zeigen die Archegone aber keine akropetale Entstehungsfolge, sondern treten ziemlich gleichzeitig auf; die die Archegone producirenden Randtheile der Scheibe stimmen in Form und Zelltheilung mit denen von Marchantia überein (vergl. Taf. V, Fig. 8 b mit Taf. IX, Fig. 5); die das Receptaculum umsäumenden Hüllschuppen entwickeln sich, wie bei Marchantia, Lunularia etc., vom Vorderrande beiderseits nach rückwärts, und zeigen in ihren Jugendstadien den Charakter wahrer Ventralschuppen mit Primärpapille und Spitzenanhängsel; — lauter Momente, welche für die Annahme sprechen, das Receptaculum entspräche einem Verzweigungssystem, wie dies ja auch für die männliche Scheibe angenommen werden muss. Dass der Träger nur eine Furche besitzt, kann nicht in Betracht kommen, da z. B. ja bei Lunularia eine solche ganz fehlt, bei Peltolepis sogar zwei vorhanden sind, bei Preissia selbst vier gefunden werden. Dass die Archegone einzeln stehen, würde freilich zur weiteren Annahme führen, dass jeder der Scheibenscheitel nur ein Archegon producire. Aber auch dies hätte nichts Unwahrscheinliches an sich, da ja bezüglich der Zahl der Archegone eines

Digitized by Google

Specialstandes auch bei den anderen Gattungen grosse Verschiedenheiten herrschen und bei Marchantia durchschnittlich 15 vorhanden sind, bei Lunularia öfters nur vier gefunden werden. Ich möchte also aus diesen Gründen wohl annehmen, dass auch bei Fegatella das Receptaculum einem Zweigsysteme entspreche,*) wobei ich aber, wie gesagt, die Möglichkeit nicht bestreiten will, dass künftige Untersuchungen diese Annahme widerlegen könnten.

Schliesslich noch einige Worte über die Targionien:

Bei Targionia werden die Archegone am fortwachsenden Scheitel angelegt und die Bildung eines Blüthenbodens in Folge einer dorsalen Thalluswucherung findet nicht statt. Die Archegone zeigen daher akropetale Entwicklungsfolge und so, wie häufig in einem Specialblüthenstande von Marchantia zweizeilige Stellung (Taf. X, Fig. 1 u. 2). Die Archegongruppe wird auch hier durch das dorsale und seitliche Thallusgewebe überwallt, und die Innenfläche der so sich bildenden Hülle zeigt anfangs die der Oberhaut eigenthümlichen Athemöffnungen (Fig. 1). Auch nachdem schon mehrere Archegone angelegt sind, kann der Scheitel wieder vegetativ weiterwachsen und eine Laubachse ausbilden. Die Archegone stehen dann in flachen Gruben an der Dorsalseite des Laubes, das an dieser Stelle dann eine gliederartige Einschnürung (in Folge des Erhaltenbleibens der Laubbucht) erkennen lässt (Taf. X, Fig. 7, 8). Ja ich glaube, dass dieses Weiterwachsen des Scheitels immer eintreten kann, wenn eine Befruchtung unterblieben ist, dass also der Abschluss des Scheitelwachsthumes erst durch die mit der Fruchtbildung im Zusammenhange stehende Ausbildung der Hülle bedingt wird.

Wie Targionia verhält sich auch Cyathodium (Taf. XI, Fig. 1) ebensowohl bezüglich der Anlage der weiblichen Stände, als auch der der männlichen, die ebenfalls in Form von Zwergsprösschen an der weiblichen Pflanze vorkommen (Fig. 2).

Hüllschuppen. Bei allen Marchantieen sind die noch sitzenden Receptacula von theils blattartigen, theils bandförmigen oder haarähnlichen Schuppen („Lacinien") umsäumt, die, wenn klein und spärlich, kaum hervortreten und in der Laubgrube versteckt bleiben, in anderen Fällen aber die Stände vollkommen überdecken. Ihre Insertionen sind theils vom Receptaculum entfernt, ziehen sich aber auch über dessen halsartige Einschnürung bis an dasselbe selbst hinauf.

Was nun die Natur dieser Schuppen betrifft, so ist es wohl selbstverständlich, dass sie überall dort, wo wie bei Plagiochasma und Clevea die Receptacula rein dorsale Bildungen sind, nicht als veränderte Ventralschuppen aufgefasst werden dürfen, sondern den Charakter dorsaler Trichome besitzen, wie sie ja auch die Archegongruppen von Corsinia und Boschia begleiten. Sie werden schon zugleich mit dem Höcker angelegt, und zwar durch Auswachsen einer Oberflächenzelle, und sind somit im Anfange immer haarförmig. Später wandeln sie sich durch intercalares Wachsthum zu oft ziemlich breiten spitzen- und grundwärts verschmälerten Lacinien um. Das Wachsthum dauert an der Basis am längsten und

*) Vergleiche Weiteres im speciellen Theile.

Digitized by Google

in der Regel wird auch die Basalzelle getheilt, und ihre früher einzellige Insertion ist dann meist nicht mehr erkennbar (Taf. I, Fig. 10, Taf. II, Fig. 15).

Auch bei jenen Gattungen, wo der Sprossscheitel am Receptaculum verbleibt, dieses daher endständig ist, entstehen die Hüll-Lacinien aus einzelnen Zellen der dorsalen Oberhaut (Taf. III, Fig. 1, 15, 16) und werden zugleich mit jenem angelegt. Es leuchtet aber wohl ein, dass an seinem Vorderrande, wenigstens so lange, als dasselbe noch sitzend ist, auch wahre Ventralschuppen vorhanden sein müssen, welche mit zu seiner Umhüllung und Deckung beitragen (Taf. III, Fig. 15).

Bei jenen Gattungen nun, wo das Receptaculum einem Zweigsysteme entspricht, wo also nicht blos an seinem Vorderrande, sondern an mehreren Stellen der Peripherie Scheitelpunkte vorhanden sind, werden wenigstens die äusseren Hüllschuppen als wahre Ventralchuppen betrachtet werden müssen. An den jungen weiblichen Ständen von Lunularia lässt sich in Bezug auf die Form und die gegenseitige Deckung der allmälige Uebergang der an der Ventralfläche des Tragsprosses inserirten Schuppen in die später als Scheide die Basis des Trägers umfassenden auf das Evidenteste nachweisen (Taf. VI, Fig. 1). Diese Scheide wird gebildet meist durch drei grössere seitlich inserirte, vorne abwechselnd übergreifende rückwärts mit den Insertionen aber nie zusammenstossende Schuppen, welche ihrem Baue und ihrer Form nach den Charakter der Spitzenanhängsel zeigen (Taf. VI, Fig. 2). Die weiter nach innen liegenden stehen entsprechend den vier Archegongruppen nach vier Seiten, und obwohl ihre Fläche sehr reducirt und die Zellen ihres Randes in lange, gegliederte Fäden ausgewachsen sind, dürften wohl auch sie als veränderte Ventralschuppen zu betrachten sein. Dies gilt wohl auch von den noch weiter nach innen liegenden, dem Anscheine nach selbstständig am Laube inserirten Gliederhaaren, die ich ebenfalls als von Ventralschuppen abstammend deuten möchte, bei welchen aber die Lamina nicht mehr entwickelt wurde. Wie Lunularia verhält sich auch Preissia und Marchantia und wahrscheinlich wohl auch Dumortiera. Die äussersten, das sitzende Receptaculum deckenden Schuppen stimmen in Bezug auf Ausbildung und Lage ganz mit denen von Lunularia überein. Viele der späteren erscheinen bei Marchantia (und auch bei Preissia Taf. VII, Fig. 13) in die Rinnen der Schirmstrahlen verschoben, wo sie rechts und links in einer Reihe dem Archegonstand, respective seiner Hülle anliegend, noch lange erkennbar sind (Taf. IX, Fig. 6—9), und sich somit, was ich gleich hier bemerken will, an der Bildung der Hülle (des „Perichätiums“) nicht betheiligen.

Das Verhalten der Hüllschuppen bei der Streckung des Trägers ist sehr verschieden, und wird natürlich davon abhängen, in wie weit die Insertionsstellen derselben an der den Stiel bildenden Querscheibe (der halsartigen Einschnürung) sich befinden. Häufig bleibt ein Theil, weil ausserhalb des stielbildenden Gewebes inserirt, an der Basis des Trägers als Scheide zurück, ein anderer wird emporgehoben und findet sich dann theils am Träger, theils an dessen oberem Ende, wie dies bei Lunularia der Fall ist. Bei Marchantia zeigt der Träger ebenfalls eine Scheide, aber es finden sich an der Aussenfläche desselben keine

Digitized by Google

Anhänge, wohl aber werden in den Rinnen Spuren von Schuppen aufgefunden, die an Querschnitten durch den Träger als in die Rinne hineinragende Zellreihen sich häufig erkennen lassen. Es kommt aber auch vor, dass der grösste Theil der Schuppen an der Basis des Receptaculums inserirt erscheint, der Träger daher an seiner Basis ganz schuppenlos ist, obwohl sich auch bei den hieher gehörigen Pflanzen (Sauteria, Clevea, Plagiochasma Rousselianum, an dieser Stelle fast immer auch einzelne Lacinien auffinden lassen.

Hülle. Bei Riccia werden die Archegone in Folge des gemeinsamen Dickenwachsthums des Laubes in das Gewebe versenkt. Schon bei Ricciocarpus, noch mehr aber bei Oxymitra ist dieses Dickenwachsthum um die Archegonien herum am ausgiebigsten und wird bei letzterer Gattung an anderen Stellen durch die so früh eintretende Schuppenbildung gehemmt. Es bilden sich so kegelförmige, über die Lauboberfläche sich erhebende, die einzelnen Archegone umschliessende Mäntel, die vorzüglich aus dem die Luftkammerschichte bildenden Gewebe bestehen.*) Die „Hülle" ist also hier zweifellos eine Bildung des dorsalen Thallusgewebes, und zwar der Luftkammerschichte.

Bei Corsinia besteht sie, wie ich schon oben (pg. 28) erwähnte, aus zwei Theilen. Der basilare Theil ist gebildet durch eine Wucherung der Luftkammerschichte, zeigt also auch den Bau dieser; der Randtheil aber entsteht secundär aus jener durch Auswachsen von Oberflächenzellen und besitzt daher weder Luftkammern noch Athemöffnungen.**) Da die Archogone, wie ebenfalls oben schon erwähnt, an der Basis des Höckers (des rudimentären Receptaculums) stehen, und nur von diesem aus die Bildung der Hülle ihren Anfang nimmt, so wird die letztere natürlich auch nur einseitig gebildet werden können und überdeckt entweder schuppenförmig die einzelne Frucht oder schirmförmig die Gruppe der um seine Basis inserirten Früchte.

Die Bildung der Hülle von Corsinia können wir nun zum Ausgangspunkte der vergleichenden Betrachtung der entsprechenden Bildungen bei den eigentlichen Marchantieen nehmen. So wie bei dieser Gattung ist die Hülle ausnahmslos ein Product des am sterilen Laube die Luftkammerschichte bildenden Thallusgewebes und zeigt die schon bei Corsinia unterscheidbaren zwei Theile: den durch intercalares Wachsthum des dem Archegone resp. der Archegongruppe anliegenden Gewebes gebildeten und somit meist von Luftkammern durchzogenen basalen, und den durch Wucherung oberflächlicher Zellschichten und meist secundär entstehenden randständigen Theil, und die Verschiedenheit in der Ausbildung der Hüllen hängt wesentlich von der Grösse des Antheiles ab, mit dem sich beide Vorgänge bei ihrer Entstehung betheiligen. Es kommt ferner noch der Umstand in Betracht, dass die Umhüllung der Archegone schon zugleich mit deren Anlage beginnt, und schon desshalb viel vollkommener werden muss, als wie bei Corsinia, wo sie erst Folge der Befruchtung ist.

---

*) Vergl. Heft IV, Taf. IV, Fig. 5 und 6.

**) Heft IV, Taf. V, Fig. 8, 17, 18.

Digitized by Google

Bei allen jenen Gattungen, wo die Receptacula rein dorsale Bildungen oder das Ende unverzweigter Laubaxen darstellen, treten die Archegone, wie schon erwähnt, schon in den ersten Stadien der Höckerbildung auf. Das in der Mitte der Scheibe sich am energischesten geltend machende Dicken- und Breitenwachsthum bewirkt zugleich mit der Verschiebung der Archegone auf die Unterseite auch eine Ueberwallung derselben vom Rücken und den beiden Seiten her. Sie kommen so in meist radial gestreckte Nischen zu liegen, welche also als locale Einsenkungen des jungen Receptaculums betrachtet werden können, dessen mit Athemöffnungen besetzte Oberhaut in jene hinein sich fortsetzt (Taf. I, Fig. 11). Diese Versenkung der Archegone ist von der Befruchtung durchaus unabhängig. Hat aber eine solche stattgefunden, so wird die Nische durch intercalares Wachsthum und durch Wucherung ihres Randes vertieft und so endlich zur Hülle. Welcher von beiden Vorgängen (intercalares und Randwachsthum) überwiegt, ob beide rings um das Archegon an der Bildung der Hülle gleichen Antheil nehmen, oder an bestimmten Stellen der eine gegen den anderen zurücktritt oder ganz unterbleibt; — dies ist nun nach den einzelnen Gattungen sehr verschieden und soll daher der Besprechung im speciellen Theile vorbehalten bleiben. Ich will hier nur einige der markantesten Beispiele hervorheben: Bei Plagiochasma erfolgt die Nischenbildung wesentlich nur von den beiden Seiten her, und die fertige Hülle besteht so aus zwei Blättern, die wie die Schalen einer Muschel die junge Frucht umschliessen. Bei Sauteria bildet sich die Hülle vom Rücken des Receptaculums und seinen beiden Seiten aus fast nur durch intercalares, an der Unterseite durch Randwachsthum; der rücken- und seitenständige Theil derselben erscheint daher von Luftkammern durchzogen; der untere wird durch interstitienloses Gewebe gebildet (Taf. 11, Fig. 11, 12).

Auch bei Fegatella ist die Hülle als ein um die Frucht vorgezogenes Scheibengewebe, und zwar speciell der Luftkammerschichte zu bezeichnen. Freilich scheint die Hülle aus einschichtigen, blattartigen und unter sich vielfach verwachsenen Lamellen gebildet zu sein, und wurde auch häufig in diesem Sinne (durch Verwachsung von Hüllblättern entstanden) gedeutet. Es entsprechen aber die einzelnen Lamellen nur den Kammerwänden der ungemein gestreckten Luftkammern und da auch die Athemöffnungen, die ja auch an der Innenfläche der ursprünglichen Nische vorkommen (Taf. V, Fig. 7), in der Richtung, in welcher die Streckung vor sich geht, zu langen Spalten ausgezogen werden, so scheinen die Lamellen stellenweise mit freien Randtheilen dachziegelförmig über einander zu liegen.

Bei Preissia ist der dorsale Theil der hier eine Archegongruppe umschliessenden gemeinschaftlichen Hülle durch Wucherung des dorsalen Scheibengewebes, der ventrale durch Randwachsthum gebildet, jener ist daher von Luftkammern durchzogen, dieser von interstitienlosem Gewebe gebildet. Ganz ähnlich verhält es sich bei Marchantia und ein Unterschied besteht eigentlich nur darin, dass dort der Specialblüthenstand tangental verbreitert ist, hier radial in die Länge gezogen scheint. Dort hat die Hülle im Querschnitte die Form einer biconvexen, in Bezug auf das Receptaculum quergestellten Linse (Taf. VII,

Digitized by Google

Fig. 13), hier die eines mit seinem Scheitel dem Scheibencentrum zugekehrten Dreieckes (Taf. IX, Fig. 9), an dem die zwei centrumwärts convergirenden Seiten durch Randwachsthum gebildet werden. (Näheres im speciellen Theile.)

Es ist also auch bei Marchantia die Hülle ausschliesslich das Product dorsaler Laubtheile; die Vorstellung, sie als durch Verwachsung von Hüllschuppen oder Lacinien oder Hüllblättern gebildet anzusehen, hat keine Berechtigung. Dass ihr Rand in kürzere und längere Zacken und Zähne ausgezogen ist, welche den freien Enden der in die Verwachsung eingetretenen Schuppen oder „Hüllblätter" entsprechen sollen, kann dafür wohl nicht als Grund angeführt werden; man könnte sonst ja mit demselben Rechte auch den Brutknospenbehälter, dessen Rand in gleicher Weise, aber nur regelmässiger gezackt erscheint, im gleichen Sinne deuten.

Wollen wir nun das über die Hüllen Gesagte zusammenfassen, so ergibt sich:

Die Hüllenbildung wird bei allen Marchantieen ausnahmslos durch denselben (aber allerdings vielfach modificirten) Vorgang bewirkt, welcher bei Riccien zur Versenkung der Archegone in das Thallusgewebe führt; — also durch Ueberwachsung der Geschlechtsorgane in Folge Wucherung des anliegenden Thallusgewebes. Wo Archegone einzeln und entfernt von einander stehen, werden sie auch einzeln versenkt; sind sie zu Gruppen oder Ständen vereinigt, wie bei Lunularia, Preissia, Dumortiera, Targionia, so bildet sich um sie in Folge desselben Processes eine gemeinschaftliche Hülle.

P e r i a n t h i u m. Wenn ich diesen Ausdruck, wie allgemein üblich, für den die einzelnen Archegone von Marchantia, Preissia und Fimbriaria umschliessenden, sackartigen Behälter, der auch als eigene Hülle, Blüthendecke (=calyx) bezeichnet wird, beibehalte, so bin ich weit entfernt, in demselben etwa das bei den akrogynen Jungermannieen vorkommende und gleichbenannte Gebilde wieder zu erkennen, also eine genetische Zusammengehörigkeit beider dadurch andeuten zu wollen. Ich behalte diesen Ausdruck eben bei, einmal, weil er wie erwähnt, allgemein üblich und Jedermann geläufig ist, und weiters, weil ich es überhaupt für unmöglich halte, für jedes genetisch verschiedene Gebilde mit einem eigenen Namen aufzukommen. Dass aber das Perianthium von Marchantia mit dem gleichbezeichneten Gebilde der Jungermannieen nicht genetisch zusammenhängt, ist mir zweifellos. Der Begriff der genetischen Gleichwerthigkeit zweier an zwei verschiedenen, näher oder entfernter verwandten Pflanzen vorkommenden Gebilde (Organe) setzt offenbar, soll dieser Ausdruck überhaupt einen Sinn haben, die Annahme voraus, dass die hypothetischen gemeinsamen Ahnen beider Formen d i e s e s Gebilde entweder schon besessen haben, oder wenigstens ein solches, durch dessen allmälige (in gleicher oder verschiedener Weise erfolgte) Umbildung jene sich herausentwickelt hätten. Die Marchantieen können wir directe von den Riccien ableiten. Bei diesen fehlt aber ein Gebilde, welches dem Perianthium von Marchantia entsprechen würde, durchaus, wir finden es überhaupt erst am Ende der Entwicklungsreihe auftreten, aus welcher

Digitized by Google

aber die akrogynen Jungermannieen gewiss nicht abgezweigt haben. Das bald einen Archegonstand, bald ein einzelnes Archegon umschliessende Perianthium der akrogynen Jungermannieen entspricht einem Blattcyklus. *) Nehmen wir aber auch an, es hätte sich aus dem Perianth etwa von Androcryphia herausgebildet dadurch, dass mit dem Vorrücken der Archegongruppe nach der Sprossspitze auch der Ort der Perianthanlage in den Scheitel, und zwar in die blattbildenden Partien der Segmente verlegt wurde; nehmen wir ferner das Perianth von Androcryphia mit dem von Sphärocarpus gleichwerthig an und betrachten wir weiters diese Gattung als die (wenn auch sehr veränderte) Urform der Jungermannieenreihe und als zunächst verwandt mit Riccia, so sind wir noch immer nicht im Stande, einen genetischen Zusammenhang besagter Gebilde mit auch nur einiger Berechtigung anzunehmen.

Führen uns schon diese Erwägungen zur Annahme, das Perianth der Marchantieen sei ein erst von ihnen ähnlichen Vorfahren erworbenes und nicht aus tieferen Entwicklungsstufen ererbtes, also selbstständig entstandenes Gebilde, so findet sie andererseits auch in der Entwicklungsgeschichte eine weitere Stütze: Bei allen Jungermannieen wird das Perianth bald nach den Archegonien angelegt, und zwar durch Auswachsen der der archegonbildenden Oberflächenzelle ringsum anliegenden Zellen. **) Bei Marchantia und Preissia ist dasselbe aber ein Product der Stielzelle des Archegons, geht also mit diesem aus derselben Oberflächenzelle hervor. Es ergibt dies sich einfach schon daraus, dass die Archegonmutterzellen immer dicht aneinander liegen (Taf. VIII, Fig. 3, Taf. IX, Fig. 5, 6) Es ist eine Folge davon, dass die Archegone schon fast erwachsen sind, wenn aus ihrer stielförmigen Insertion die Perianthbildung erst ihren Anfang nimmt (Taf. VIII, Fig. 1). Dass später die Perianthien an ihrer Basis nicht aneinander grenzen (wie es ja sein sollte), hat darin seinen Grund, dass ihre Basen in Folge des starken Flächenwachsthumes des Specialblüthenbodens zur Fläche ausgezogen werden. ***)

Die Entwicklung der Geschlechtsorgane folgt vollkommen dem schon bei den Riccien beschriebenen Typus. Bezüglich der Archegone unterscheiden sich, wie bekannt, auch die Jungermannieen nicht; — bezüglich der Antheridien sehen wir auch hier, entsprechend der stark gestreckten Gestalt der ausgewachsenen Antheridie, auch deren Anlage sehr stark in die Länge gezogen und aus einer Reihe von Zellen aufgebaut. Die Versenkung der Mutterzellen der Antheridien beginnt zugleich mit dem Sichtbarwerden der die Anlage der Luftkammerschichte darstellenden Grübchen an der Scheibenoberfläche (vergl. pg. 7) und schreitet in dem Maasse fort, als diese sich zu Luftkammern vertiefen.

*) Vergl. Heft III, pg. 24.

**) Für Sphaerocarpus vergl. Heft IV, Taf. VIII.

***) Ausser diesen beiden Gattungen besitzt nur noch Fimbriaria (incl. Racotheca) ein Perianthium. Ich habe keine Stadien gesehen, welche gestatteten, zu entscheiden, ob seine Anlage (wie wahrscheinlich) in gleicher Weise stattfindet oder nicht.

Digitized by Google

Es reichen diese also, ganz sowie bei den Riccien, durch den Antheridienstand bis an die Basis der Antheridien hinab, werden aber später in der Umgebung der letzteren zusammengedrückt und undeutlich und bleiben nur in dem der Antheridiengruppe aufliegenden Deckengewebe erhalten (Taf. II, Fig. 7, Taf. V, Fig. 13).

Die Entwicklung des Sporogons wurde von Kienitz-Gerloff*) bei mehreren Gattungen auf das Genaueste untersucht. Gegenüber den stark gestreckten keil- oder selbst spindelförmigen Embryonen der Jungermannieen sehen wir hier die ovoide Form vorherrschend. Auch ist die erste Theilungswand in ihrer Lage gegen die Archegonaxe ungemein schwankend und nur selten auf dieser senkrecht, was aber, wie bekannt, bei den Jungermannieen ziemlich strenge eingehalten wird. **)

Was die später eintretenden Wände betrifft, so ist es allerdings richtig, dass die Lage derselben durch die Lage der ersten Theilungswand beeinflusst wird, und die rechtwinkelige Schneidung mit dieser und unter sich häufig eingehalten wird. Bei schiefer Lage der ersten Theilungswand werden daher die vier Quadranten nicht zu gleichen Theilen die Scheitelkuppe des Embryo einnehmen, werden sich daher auch bei der Bildung der Kapsel in ungleichem Maasse betheiligen. Es kann dann auch der Aufbau aus Stockwerken nicht mehr hervortreten und die Differenzirung in Kapsel, Stiel und Fuss, die dort nach Stockwerken erfolgt, wird hier erst secundär in die Erscheinung treten. Es fehlt daher auch — und dies fand ich ausnahmslos bei allen von mir diesbezüglich untersuchten Marchantieen, — die bei Jungermanniaceen (namentlich den akrogynen) so früh sichtbar werdende Sonderung des Embryo in die drei Sporogontheile, die erst bei ziemlich weit vorgeschrittener Ausbildung derselben erkennbar wird.

**) Bot. Zeitg. 1874 und 1875.

***) Ich gebe zu, dass die Form der Embryonalzelle für die Lage der ersten Theilungswand von einiger Bedeutung ist und dass diese in der Regel senkrecht auf der Längsaxe jener steht. Aber ich halte es für zu weitgehend, dies als Gesetz hinzustellen, da zahlreiche Thatsachen dagegen sprechen. Um bezüglich der Embryonen nur ein paar Beispiele hervorzuheben, sei erwähnt, dass die von Corsinia und Sauteria sehr auffallend in der Richtung der Archegonaxe gestreckt sind, und dass doch die erste Theilungswand die letztere unter sehr spitzem Winkel trifft. Ebenso ist die Scheitelzelle des Fadens eines Moosprotonemas in der Fadenaxe verlängert, und doch treten die Theilungswände schief zu dieser auf. Aber kaum ein Beispiel ist lehrreicher als die Vergleichung der Zelltheilungen in den Sporen von *Pellia epiphylla* und *P. calycina* (Heft III, Taf. 3). Die Form ist bei beiden durchaus dieselbe und die eines Ellypsoides. Bei *P. epiphylla* ist die erste Theilungswand mehr weniger genau eine Querwand, bei *P. calycina* ist sie aber unter einem sehr spitzen Winkel gegen die Längsaxe geneigt. Diese verschiedene Lage aus der Form der Sporen erklären zu wollen, ist hier denn doch unmöglich. Freilich entscheidet die Lage dieser ersten Wand über die der späteren Längs- und Querwände, die annähernd dem Principe der rechtwinkligen Schneidung folgen. Es wird daher später der mehrzellige Sporenkörper von *P. epiphylla* aus Querscheiben von Zellen aufgebaut erscheinen, während diese Anordnung bei *P. calycina* nicht zur Geltung kommen kann. Worin der Grund dieser Verschiedenheiten liegt, vermögen wir, wie ich glaube, dermalen nicht zu sagen; aber ebenso wenig, warum bei den Embryonen der Marchantiaceen die erste Wand in der Regel schief zur Archegonaxe, bei denen der Jungermanniaceen in der Regel zu dieser senkrecht gestellt ist.

Digitized by Google

Bezüglich der Differenzirung in Kapselwand und Sporenraum stimmen die Marchantieen mit den Corsinieen und Jungermannieen darin überein, dass jene schon durch die ersten periclinen Wände abgeschieden wird. Es bleibt auch im Allgemeinen die Kapselwand einschichtig, insoweit wenigstens, als die ausgezeichneten Verdickungen immer nur in der peripherischen Zellschicht gefunden werden. Wohl aber findet man sehr häufig am Scheitel der eigentlichen Kapselwand noch eine oder zwei Schichten dünnwandiger Zellen anliegend, welche, wie ich glaube, durch Spaltungen der primären Kapselwand entstanden sind (Taf. I, Fig. 19b). Ebenso finden sich häufig im Grunde der Kapsel, und der Kapselwand auch nach Entleerung der Sporen fest anhaftend, rundliche oder nur wenig verlängerte, mehr oder weniger elaterenähnliche Zellen mit unregelmässig verlaufenden Verdickungsbändern, welche den von Jack in vielen Jungermanniaceen-Kapseln aufgefundenen Elaterenträgern entsprechen dürften. Es bleibt mir aber zweifelhaft, ob diese ebenfalls aus Zellen der primären Kapselwand abgespalten werden oder wirklich dem Sporenraum angehören und nur verkümmerte Elateren darstellen. (Sauteria und Verwandte z. B.)

In Bezug auf das Aufspringen der Kapsel treten namentlich zwei Typen scharf hervor: Es erfolgt entweder durch Zähne, in Folge der Bildung mehrerer vom Scheitel ausgehender Längsrisse, oder durch Loslösung des scheitelständigen Drittels der Kapselwand in Form eines Deckels. Ersteres finden wir bei allen Gattungen mit faserigen Wandverdickungen (nur bei Targionia findet ein unregelmässiges Zerreissen statt), letzteres bei jenen, wo die Wandzellen entweder ganz unverdickt bleiben oder nur in den senkrecht auf der Oberfläche stehenden Kanten (d. i. angulär) verdickt sind, wobei aber ebenfalls Ausnahmen vorkommen, da bei Plagiochasma (dem niedersten Typus dieser Formengruppe) der obere Wandtheil unregelmässig zerreisst, während die Lunulariakapsel sich bis an den Grund in Klappen spaltet.

Man hat diese Art des Oeffnens durch Zähne oder „Klappen“ dem Aufspringen der Jungermanniaceen-Kapsel verglichen. Es ist aber zwischen beiden allerdings ähnlichen Vorgängen ein wesentlicher Unterschied. Die Klappen der typischen Jungermanniaceen-Kapsel entsprechen den vier, durch die ersten (sich kreuzenden) Längswände angelegten Scheitelquadranten; die Trennung erfolgt nach diesen Längswänden und die Klappen haben glatte Seitenränder. Bei den Marchantieen ist die Bildung der Zähne nicht auf die primären Längstheilungen des Embryo zurückzuführen; es wechselt also die Zahl der Zähne selbst innerhalb derselben Species; ebenso auch die Länge der Spalten und ihr gegenseitiger Abstand an derselben Kapsel; es sind daher die Zähne häufig in Breite und Länge ungleich. Auch sind ihre Seitenränder nicht glatt, sondern zackig, so dass man diese Art des Aufspringens besser als ein Oeffnen durch Längsrisse bezeichnen könnte. *)

Die Sporen der meisten Marchantieen sind tetraedrisch. Ihr Exospor wird als

*) Bezüglich des eigenthümlichen Baues der Cyathodiumkapsel vergleiche man den speciellen Theil.

Digitized by Google

tuberculirt oder reticulirt bezeichnet. Diese Sculptur, wie sie besonders an der sphärisch gekrümmten Fläche hervortritt, wird aber nicht durch leisten- oder warzenförmige, nach aussen vorspringende Verdickungsmassen gebildet, sondern ist, wie schon Gottsche zeigte, die Folge von Faltungen oder blasenartigen Auftreibungen des Exospors, die somit den ähnlichen Bildungen an den Pollenkörnern vieler Pinusarten entsprechen und wohl in ähnlicher Weise wie dort bei der Verstäubung nützlich sein werden.

Die Keimung der Sporen wurde von mir schon in einer vor längerer Zeit erschienenen Abhandlung *) besprochen. Die tetraedrischen Sporen verhalten sich, wie es schon dort hervorgehoben wurde, durchaus gleich und stimmen auch mit den ähnlichen Sporen der Anthoceroteen und Jungermanniaceen durchaus überein. Ueberall sehen wir Sprengung des Exospors an der Stelle des Zustammenstosses der drei Kanten, Bildung des positiv heliotropischen Keimschlauches, Ausbildung der Keimscheibe an dessen Spitze und Entwicklung der Pflanze aus Zellen des Scheibenrandes.

Bei den kleinen kugeligen Sporen von Lunularia und Marchantia, an denen die Exine viel weniger mächtig ist und nur granulös verdickt erscheint, verläuft die Keimung nur insoferne etwas anders, als hier die Beschaffenheit des Exospors eine Dehnung desselben und somit eine Volumzunahme der ganzen Spore ermöglicht. Auch ist der Durchbruch des Keimschlauches an keine bestimmte Stelle der Spore gebunden und dasselbe gilt vom ersten Rhizoid: Bei den tetraedrischen Sporen tritt es mit dem Keimschlauche aus derselben Rissstelle hervor und wächst dann negativ heliotropisch in der dem Wachsthume des Keimschlauches entgegengesetzten Richtung; — bei Marchantia aber, wo der Widerstand des Exospors ringsum gleich ist, tritt es, wenn es überhaupt zu dessen Bildung kommt, schon an der Spore selbst, und zwar an der entgegengesetzten Stelle als der Keimschlauch hervor. Eine Folge davon ist, dass der Sporenkörper selbst in der Richtung der Axe des Fadens gestreckt und ein integrirender Theil desselben wird. Dabei folgt anfangs auch das Exospor dieser Dehnung, wird aber später da und dort in unregelmässige Fetzen zerrissen, die an dem Keimfaden haftend, oft noch lange Zeit erkennbar sind, häufig aber auch abgeworfen werden.

Sowie diese beiden Arten der Keimung, entsprechend der verschiedenen Sporenform auch bei den Jungermannieen **) sich wiederfinden, so verhalten sich auch die Sporen von Fegatella, sowohl bezüglich der schon vor dem Ausstäuben auftretenden Theilungen als der Keimungsvorgänge nach erfolgter Aussaat im Wesentlichen ganz denen von Pellia ähnlich.***)

Gruppirung der Gattungen. Man hat bis jetzt die Marchantieen in die drei Familien der Lunularieen, Jecorarieen und Targionieen eingetheilt. Es ist von diesen die

---

*) Keimung der Lebermoossporen im Sitz. Ber. d. Wien. Akd. Band LXXIV.

**) Vergl. Heft II, pag. 63.

***) Vergl. den speciellen Theil und Heft III, pag.32.

Digitized by Google

Familie der Targionieen jedenfalls eine natürliche Gruppe und es sind die ihr zugezählten Gattungen genügend charakterisirt durch die einzelne, am Rande einer Laubaxe stehende und von keinem Receptaculum getragene Frucht, die sammt den in verschiedenen Entwicklungsstadien abgestorbenen Archegonien und verkümmerten jungen Früchten von einer zweiklappigen, ventralwärts geöffneten Hülle umschlossen wird. Es schliesst also die Hülle einen ganzen Blüthenstand ein und entspricht somit nicht den ähnlich gebauten Hüllen von Plagiochasma, sondern der Hülle von Lunularia, Marchantia etc.

Der Familie der Lunularieen werden die Gattungen Lunularia und Plagiochasma zugezählt. Ich glaube schon oben bei Besprechung der Blüthenstände gezeigt zu haben, dass diese Zusammenstellung unnatürlich ist. Plagiochasma nähert sich durch die Ausbildung dorsaler Archegonstände, nach deren Anlage der Sprossscheitel weiterwächst, den Corsinieen, und muss als eine in der Reihe der eigentlichen Marchantieen sehr tief stehende Gattung bezeichnet werden. Lunularia schliesst aber durch Ausbildung endständiger und (aus Specialständen) zusammengesetzter Stände an den höchststehenden (durch Marchantia repräsentirten) Typus an. Hier sind die Hüllen, wenn sie auch in der Regel nur eine Frucht umschliessen, keine eigenen Hüllen, sondern entsprechen vielmehr der Hülle von Targionia. Der Unterschied, der darin bestehen sollte, dass bei beiden Gattungen die Archegone zur Blüthezeit aufrecht ständen, während dieselben bei den übrigen vom Anfange an abwärts gekehrt wären, ist thatsächlich nicht vorhanden, da, wie oben gezeigt wurde, bei den meisten Gattungen die Archegonanlagen auf der Oberseite des Receptaculums befindlich sind und erst durch Verschiebung auf die Unterseite gelangen. Ob dies früher oder später geschieht, hängt ganz von dem schnelleren oder rascheren Wachsthume des Receptaculums und davon ab, in welchem Stadium seiner Entwicklung die Archegone angelegt werden. Plagiochasma unterscheidet sich diesbezüglich nicht wesentlich von Reboulia und Verwandten; dass aber bei Lunularia die Archegone verhältnissmässig lange aufgerichtet sind, hat seinen Grund darin, dass das Receptaculum erst nach Anlage der Primärarchegone gebildet wird.

Man kann also, wie es Lindberg gethan, die Familie der Lunularieen ganz auflassen und die beiden Gattungen den Jecorarieen einreihen. Wollte man nun die dieser Familie angehörigen Gattungen nach ihrer Verwandtschaft weiter in Gruppen zerlegen, so könnte das bestimmende Moment zu deren Umgrenzung vielleicht gefunden werden in der Art und Anlage der Blüthenstände und besonders der weiblichen. Wenn man, wie es wohl auch richtig sein wird, die Corsinieen als den vermittelnden Typus zwischen den echten Marchantieen und Riccieen betrachtet, so müssen wir als nächst höheres Glied unzweifelhaft den durch Plagiochasma und Clevea dargestellten Typus bezeichnen. Die Anlage der Archegonstände ist noch durchaus dieselbe, wie bei den Corsinieen; die höhere Ausbildung kommt aber darin zum Ausdrucke, dass die Archegone auf eine durch Wucherung des Blüthenbodens entstehenden Scheibe (Receptaculum) emporgehoben werden, welche bei Boschia noch gar nicht, bei Corsinia aber wenigstens der Anlage nach vorhanden ist.

Digitized by Google

Einen zweiten Typus würden dann jene Gattungen repräsentiren, wo das Receptaculum am Ende einer Sprossaxe steht und der Träger desselben nicht mehr als rein dorsale Bildung, sondern als directe Fortsetzung des Sprosses bezeichnet werden muss. Die Archegone zeigen, sowie bei dem früheren Typus, noch streng akropetale Entstehungsfolge, stehen am Blüthenboden einzeln*) und der Träger hat typisch nur eine Wurzelrinne.**)

Der dritte und höchste Typus wäre durch Marchantia und Verwandte repräsentirt. Hier ist das Receptaculum aus einem Verzweigungssysteme gebildet, dessen Zweige strahlig angeordnet und fertil geworden sind. Es ist gewiss bezeichnend und unterstützt, wie ich glaube, wesentlich die von mir betreffs der Bildung dieser Receptacula ausgesprochene Ansicht, dass sie gerade jenen Gattungen zukommen, bei denen auch der sterile Thallus sich durch reichliche und rasch nach einander folgende Gabelungen auszeichnet und die man auch als mit reich gegabeltem Laube versehen seit jeher bezeichnet hat, wie Marchantia, Preissia, Lunularia und Dumortiera. Es dürfte auch Fegatella hieher gehören, obwohl am Receptaculum die Archegone einzeln stehen. Es sprechen dafür, wie schon oben pag. 36 erwähnt, der Mangel der akropetalen Entstehungsfolge der Archegone, die bald am Vorder-, bald am Hinterrande, bald seitlich zuerst sichtbar werden, meist aber ziemlich gleichzeitig auftreten; dann die Ausbildung von mit allen Merkmalen von Ventralschuppen

---

*) Es können allerdings hie und da auch zwei Archegone so nahe aneinander gebildet werden, dass sie dann von einer Hülle umschlossen werden. Es wird dies namentlich dort geschehen können, wo der Blüthenboden überhaupt häufig reichblüthiger ist, wie es bei Reboulia und Duvalia vorkommt. Es sind dies aber Ausnahmsfälle, wie sie auch anderwärts vorkommen. So finden wir bei Sphaerocarpus hie und da innerhalb einer Hülle zwei, selbst drei Archegone, auch bei Fossombronia kommt dies manchmal vor.

Auch bei Fegatella stehen die Archegone einzeln — es fehlt hier aber das wichtige Merkmal ihrer akropetalen Entstehungsfolge und ich möchte daher diese Gattung nicht diesem Typus zuzählen.

*) Nur bei Peltolepis finden sich deren zwei. Es zeigt uns dies an, dass der Träger aus zwei Sprossaxen (Gabelzweigen) hervorgeht, es müssen sich also im Receptaculum zwei Scheitel befinden. Es zeigen aber die einzeln stehenden Archegone akropetale Entstehungsfolge und nicht strahlige Anordnung in Gruppen, das Receptaculum entspricht also keinem Sprosssysteme. Die Bildung der zwei Rinnen im Träger von Peltolepis möchte ich mir in der Weise erklären, dass ich annehme, es träte während der Anlage des Blüthenbodens und der Archegone eine Gabelung des Scheitels, aber so spät ein, dass sie in der Bildung des Receptaculums nicht mehr zum Ausdrucke kommt. Die hintere Hälfte desselben und die dort stehenden Archegone wären daher noch Product einer Axe, in der Bildung des Vorderrandes und der Anlage der nach vorne stehenden Archegone mache sich aber schon die Thätigkeit zweier Scheitel geltend. Die Receptacula von Peltolepis wären dann vergleichbar jenen nach vorne gegabelten männlichen Doppelständen, wie sie bei Corsinia und auch bei typischen Marchantieen (vergleiche pag. 26) vorkommen. Für diese Deutung spricht auch die früher pag. 31 beschriebene abnorme Bildung, wo in der That auf einem Träger zwei gesonderte Receptacula vorhanden waren. Bei Peltolepis würde die Gabelung im Receptaculum regelmässig eintreten, aber sie könnte auch bei andern, und besonders bei jenen Gattungen als Ausnahmsfall vorkommen, wo auch der vegetative Thallus sich reicher verzweigt. In dieselbe Kategorie der Erscheinungen wären dann auch die hie und da vorkommenden „verzweigten“ (oder besser gegabelten) Träger zu setzen, welche dann durch eine während der Anlage der später ihn bildenden Querscheibe erfolgte also früher eingetretene Gabelung zu erklären wären.

Digitized by Google

versehenen Hüllschuppen rings um das Receptaculum und weiters die unzweifelhaft den Charakter eines Verzweigungssystemes zeigenden Antheridienstände. Dass bei dieser Gattung der Träger nur eine Wurzelrinne hat, kann als Gegengrund wohl nicht angeführt werden, da einerseits bei Lunularia derselbe gar keine besitzt, dagegen, wie oben erwähnt wurde, Peltolepis deren zwei zeigt. Die Zahl der Wurzelrinnen im Träger gibt uns nur insoferne über die Bildung des Receptaculums einen Aufschluss, als ihr Vorhandensein die Sprossnatur des Trägers anzeigt und ihre Zahl das Minimum der nothwendiger Weise im Receptaculum vorhanden gewesenen Scheitel bekannt gibt. So zeigen die zweifurchigen Träger an, dass mindestens zwei Sprossscheitel dort vorhanden sein müssen, und der von mir bei Preissia beobachtete vierfurchige Träger deutet ebenso auf das Dasein von wenigstens vier Scheiteln hin.

Die diesen letzten Typus zeigenden Gattungen scheinen mir nun in der That zu einer natürlichen Gruppe zusammengefasst werden zu können. Marchantia, Preissia, Lunularia und Fegatella haben im ganzen Habitus, im Baue ihres Laubes, besonders der Luftkammerschichte, so viel Uebereinstimmendes, dass dies vielleicht allein schon genügt, ihre nahe Verwandtschaft zu vermuthen, und auch Dumortiera weicht diesbezüglich nicht wesentlich ab, da ja, wie ich zeigte, auch hier Luftkammerschichte und Athemöffnungen ursprünglich vorhanden sind. Die Hüllenbildung ist im Wesentlichen bei allen Gattungen dieselbe und die Verschiedenheiten sind ja eigentlich nur dadurch bedingt, dass das eine Mal fast ausschliesslich die Luftkammerschichte zu ihrer Bildung beiträgt, d. h. sie vorzüglich durch intercalares Wachsthum gebildet wird (Fegatella), während das andere Mal der grösste Theil derselben durch Randwachsthum entsteht (Marchantia). In Bezug auf den Bau des Sporogons weicht allerdings Lunularia durch den Mangel der Ringverdickungen in der Kapselwand wesentlich ab; es sind aber anderseits Sporen und Elateren wieder denen von Marchantia sehr ähnlich, wogegen Preissia, die doch, wie wohl nicht bezweifelt werden kann, der Gattung Marchantia zunächst steht, gegenüber der letzteren eine so abweichende Sporenform zeigt.

Nicht so gerechtfertigt scheint es mir, die übrigen Gattungen nach den beiden erst erwähnten Typen zu umgrenzen. Es würden dadurch die unstreitig nahe verwandten Gattungen Clevea, Sauteria und Peltolepis getrennt werden müssen, die doch im Baue der Luftkammerschichte und der Athemöffnungen, in der Bildung der Hülle, dem Baue der Kapselwand, der Sporen und Elateren durchaus übereinstimmen. Anderseits steht Plagiochasma in allen diesen Merkmalen den übrigen Gattungen wieder näher und es kommt da namentlich wieder Reboulia in Betracht.

Der Unterschied zwischen den rücken- und endständigen Fruchtköpfen ist aber auch in der That nicht so gross, da das Receptaculum ja in beiden Fällen auf der Rückenfläche des Scheitels angelegt wird und der Scheitelrand in jedem Falle erhalten bleibt, wie es jene oben, pag. 31, erwähnten zahlreichen Fälle zeigen, wo bei typisch endfrüchtigen Gattungen flächenständige, aber freilich nicht fruchttragende Receptacula gefunden wurden.

Digitized by Google

Ich würde also im Sinne dieser Auseinandersetzungen es für zweckmässiger halten, mit Umgehung jenes oben dargelegten Eintheilungsprincipes die Gattungen Plagiochasma, Reboulia, Grimmaldia, Duvalia und Fimbriaria, deren Kapseln sämmtlich die Eigenthümlichkeit zeigen, dass der obere Theil der Kapselwand theils in einem Stücke (also deckelartig) abgeworfen wird, theils in unregelmässige Platten zerfällt, wo aber in jedem Falle der untere Theil als Ganzes (Urne) erhalten bleibt, in eine Gruppe (*Marchantieae operculatae*) zusammenzufassen, während die Sauteria ähnlichen Gattungen (Peltolepis, Sauteria, Clevea) wegen der durch die starken Verdickungen der Radialwände der Porenrandzellen (Taf. II, Fig. 18) bedingten Sternform ihrer Athemöffnungen als Astroporae bezeichnet werden könnten.

Es zerfielen somit die Marchantieen in folgende drei Gruppen:

1. *Operculatae* (Plagiochasma, Reboulia, Grimmaldia, Duvalia, Fimbriaria incl. Rhacotheca);
2. *Astroporae* (Clevea*, Sauteria und Peltolepis);
3. *Compositae* (Fegatella (?), Lunularia, Dumortiera, Preissia, Marchantia).

Abstammung von den Riccieen.

Eine andere Frage, die natürlich nur vermuthungsweise beantwortet werden kann, aber jedenfalls der Erörterung werth ist, ist die, in welcher Weise diese drei Gruppen unter sich und mit den Riccieen zusammenhängen.

Wenn wir nun die Anfangs- und Endglieder der beiden ersten Gruppen, d. h. ihre niedersten und höchsten Typen betrachten, also Plagiochasma—Fimbriaria einerseits, Clevea-Peltolepis anderseits, so scheint, wie ich glaube, die Vorstellung ziemlich gerechtfertigt zu sein, die Operculaten und Astroporen als zwei vom Corsinientypus ausgehende divergirende Reihen, also als Abzweigungen einer der Corsinia ähnlichen Urform zu betrachten. Dass die Abzweigung beider Reihen nicht auf einer tieferen Stufe erfolgte, ja dass vielleicht diese hypothetische Urform sogar näher der Gattung Plagiochasma stand, als den Corsinieen, dafür spricht vielleicht die merkwürdige *Plagiochasma Rousselianum*, die bei einer den Plagiochasmen sich nähernden Laubbildung (namentlich in Bezug auf die Ausbildung der scharf differenzirten Oberhaut), in der Entwicklung der weiblichen Receptacula, in der zerstreuten Stellung der Antheridien und namentlich in dem Baue des Sporogons sich zunächst an Clevea anschliesst.

Auch die Targionieen können wir uns als aus Corsinieen hervorgegangen denken, indem die dorsale Archegongruppe spitzenständig wurde, dadurch, dass der Scheitel nach Anlage derselben in der Regel (vergl. den speciellen Theil) sein Wachsthum einstellt. Der Mangel eines Receptaculums und selbst der Andeutung eines solchen, die Bildung von die Luftkammern erfüllenden Zellketten, die Ring- und Spiralverdickungen in der Kapselwand

*) Ich halte, wie Lindberg, die dorsale Stellung der Fruchtköpfe für so wichtig, um die Trennung der früher als *Sauteria suecica* bezeichneten Art von Sauteria und die Aufstellung einer neuen Gattung wohl für gerechtfertigt zu finden. Limpricht (Flora 1880, Nr. 6) bestreitet die Wichtigkeit dieses Merkmales, da ähnliche Verhältnisse auch in der Gattung Plagiochasma wiederkehren. So weit ich aber die Arten dieser Gattung kenne, kommen nirgends mit „Wurzelrinnen" versehene Träger vor.

Digitized by Google

weisen auf Boschia ähnliche Formen hin. Es soll aber nicht unerwähnt bleiben, dass der Archegonstand von Boschia einem Haarrasen eingebettet ist und dass die Bildung der Hülle eine weit verschiedene ist.

Einen Grund gegen obige Vorstellungen kann man jedoch, wie ich glaube, in diesen allerdings wesentlichen Abweichungen nicht finden. Wir dürfen eben nie vergessen, dass uns, wo immer wir niedere und höhere Formen der Jetztzeit in Bezug auf ihren genetischen Zusammenhang vergleichen, und eine Ableitung der letzteren aus ersteren versuchen, in der niederen Form immer auch nur das Endglied einer Entwicklungsreihe entgegentritt, welche vielleicht durch viele Glieder zu der Stammform zurückreicht.

Wo sollen wir nun schliesslich die Compositae anschliessen? Man könnte sie vielleicht an die Operculaten anreihen, wo in Fimbriaria uns die gleiche Perianthbildung wie bei Marchantia begegnet, während anderseits in Bezug auf den Bau der Kapselwand Lunularia einen Uebergang vermittelt. Aber es sprechen auch manche Erwägungen dafür, diese Gruppe directe aus den Corsinieen abzuleiten und sie als Auszweigung in der zu Targioinia führenden Entwicklungsreihe zu betrachten. Es ist da vor Allem zu berücksichtigen, dass das Receptaculum der Operculaten (und Astroporen) seiner Anlage nach dem der Compositen eigentlich nicht gleichwerthig ist. Bei jenen ist es eine durch Dickenwachsthum des mit Archegonien besetzten Blüthenbodens entstandene Neubildung; die durch die Thätigkeit eines Scheitels gebildeten Archegonien werden in Folge dessen auseinander geschoben und einzeln ins Gewebe versenkt. Die Archegone eines solchen Receptaculums entsprechen in ihrer Gesammtheit der Archegongruppe eines Strahles im Schirme von Marchantia; dem zum Receptaculum gewordenen Blüthenboden entspricht also eigentlich nur der mit Archegonen besetzte Theil eines solchen Strahles, der aber viel später als das Receptaculum angelegt wird, und wegen des unterbleibenden Dickenwachsthumes die Archegone immer frei auf seiner Fläche trägt. Das Receptaculum von Marchantia und Preissia wird angelegt schon in Folge der rasch nach einander folgenden Gabelungen des Scheitels und seiner Ueberdachung durch das dorsale Thallusgewebe (Taf. VII, Fig. 7); es müsste durch einen steril bleibenden und rasch nach einander sich verzweigenden Scheitel ganz in gleicher Weise gebildet werden (vergl. pag. 34). Daher sehen wir auch, dass, wo, wie bei Lunularia, diese starke Ueberdachung des Scheitels nicht vorkommt, das Receptaculum auch vor Anlage der Archegone gar nicht vorhanden ist, ja eigentlich gar nicht gebildet wird, da sogleich die Hüllenbildung beginnt, wodurch es wieder erklärlich wird, dass die Luftkammerschichte ganz fehlt.

Der Unterschied zwischen den beiden Formen der Receptacula wird klar, wenn wir uns ein zusammengesetztes, etwa von Fimbriaria construiren wollen, d. h. wenn wir annehmen, an einem fertil werdenden Scheitel träten rasch nach einander Gabelungen ein. Unter der Voraussetzung, jeder Zweig verhalte sich so wie der normale fertil gewordene, müssten an jedem Scheitel (3—4) Archegone angelegt und der sie tragende Blüthenboden zu einem Receptaculum werden; es müsste also ein derart zusammengesetztes Receptaculum

Digitized by Google

aus unter sich verwachsenen Höckern bestehen, die die einzeln stehenden Archegone in Gruben versenkt tragen müssten. Um also aus einem Fimbriaria-Receptaculum zu dem von Marchantia zu kommen, müssten wir ganz bedeutende Veränderungen im Wachsthume des fertilen Scheitels annehmen, wofür uns aber jeder thatsächliche Anhaltspunkt fehlt. Sehr leicht aber gelangen wir zum zusammengesetzten Receptaculum, von Targionia aus (Taf. X, Fig. 1). Denken wir auch hier den fertil werdenden Scheitel kurz vor Anlage der Archegonien sich rasch nacheinander mehrmals gabelnd und dann in normaler Weise an den Gabelscheiteln die Archegone anlegend, so müsste ein Receptaculum gebildet werden, das sich dem von Marchantia in allen wesentlichen Punkten gleich verhalten würde.

Ich möchte anderseits noch erwähnen, dass im Baue der Luftkammerschichte, in der Ausbildung der Kapselwand zwischen Targionia und Marchantia nähere Beziehungen zu bestehen scheinen, als zwischen dieser und den Operculaten, und dass wir bezüglich aller dieser Verhältnisse in gleicher Weise auf Boschia zurückgeführt werden.

Im Sinne obiger Auseinandersetzungen versuche*) ich mir also die Abstammung der Marchantieen aus den Ricciceen in folgender Weise zu erklären:

Der Ausgangspunkt für die Gruppe der Marchantieen kann in corsinieen-ähnlichen Formen gesucht werden. Von diesen aus bewegte sich die Entwicklung in verschiedenen Richtungen:

1. Aus einer corsinia-ähnlichen Form durch Plagiochasma zu Fimbriaria (Operculatenreihe);
2. aus einer corsinia-ähnlichen Form durch Clevea zu Peltolepis (Astroporenreihe);
3. aus einer boschia-ähnlichen Form zu Targionia (Targionien);
4. aus einer boschia- (?) ähnlichen Form zu Marchantia (Compositenreihe).

Sowie der Zusammenhang zwischen den Marchantieen und Corsinieen unzweifelhaft ist, so ist es wohl auch dieser mit den Ricciceen, was ich schon im IV. Hefte glaube nachgewiesen zu haben. Es gehören diese drei Formengruppen einer Entwicklungsreihe an, die ich als die Marchantiaceenreihe bezeichnen möchte.

Die ihr angehörigen Formen würden sich dann folgendermassen gruppiren:

Marchantiaceen:

1. Ricciceen (Riccia, Ricciocarpus, Oxymitra).
2. Corsinieen (Corsinia, Boschia).
3. Marchantieen.
   a) Astroporae (Clevea, Sauteria, Peltolepis**).
   b) Operculatae (Plagiochasma, Reboulia, Grimmaldia, Duvalia, Fimbriaria).
   c) Targonieae . . . (Targionia, Cyathodium).
   d) Compositae (Fegatella (?), Lunularia, Dumortiera, Preissia, Marchantia).

---

*) Und mehr als der Versuch einer Darlegung des genetischen Zusammenhanges der Formen kann ja selbstverständlich nicht beabsichtigt sein.

**) Hieher auch *Plagiochasma Rousselianum*.

Digitized by Google

Beziehungen der Marchantiaceen zu den Jungermanniaceen.

Wenn man, wie ich es im IV. Hefte nach dem Vorgange Lindberg's gethan habe, die Riellen (incl. Sphaerocarpus) aus der Marchantiaceenreihe ausscheidet und den Jungermanniaceen zuzählt, so müsste Sphaerocarpus als deren niedrigst stehender Typus betrachtet werden, den man mit einigem Rechte aus (in Bezug auf die Sporogonentwicklung) ricciенähnlichen, aber (in Bezug auf den Bau der Geschlechtsgeneration) niedriger stehenden Urformen hypothetisch ableiten könnte. Diese Gattung schliesst dann aber durch die Riellen directe an die beblätterten anakrogynen Jungermanniaceen an; die Einbeziehung der rein thallösen Formen in die gleiche Reihe wäre kaum durchführbar, und man könnte sich namentlich bezüglich ihres Zusammenhanges mit niedereren Lebermoostypen kaum eine Vorstellung machen.

Ich möchte nun aber, ohne eine Hypothese aufstellen zu wollen, im Nachfolgenden einige Bemerkungen anschliessen, welche zeigen sollen, dass auch ein Zusammenhang zwischen Marchantiaceen und Jungermanniaceen (und zwar den blattlosen Formen) immerhin denkbar ist.

Ich möchte vorerst an den Bau des Archegonstandes bei Monoclea erinnern: *) Die Archegongruppe wird am Sprossscheitel angelegt, später durch das umliegende Thallusgewebe überwachsen und in eine tiefe, nach vorne geöffnete Tasche versenkt. Anlage des Archegonstandes, der auch hier in einem Haarrasen eingebettet ist, ebenso seine Versenkung in den Thallus ist eigentlich ganz so wie bei den Corsinieen und wollte man den abweichenden Bau des Thallus, also das Fehlen der Luftkammerschichte und der Athemöffnungen nicht berücksichtigen, ich wüsste keinen Grund, warum man Monoclea nicht den Corsinieen (Boschia) anreihen oder wenigstens als eine aus diesem Typus hervorgegangene Form bezeichnen sollte. Denn die Bildung des ungemein langen Sporogonstieles wird uns wohl durch die Tiefe der Tasche erklärlich, welche diese Einrichtung nothwendig macht, um das Sporogon aus ihr herauszuheben und so die Sporenaussaat zu ermöglichen. Anderseits besitzt ja auch das Sporogon von Boschia wenigstens der Anlage nach einen Stiel, und wir finden ja auch unter den typischen Marchantieen (Lunularia z. B.) ziemlich lange Sporogonstiele. Die Art des Aufspringens der Kapsel kann ebenfalls nicht als Gegengrund angeführt werden, denn erstens besitzt Monoclea diesbezüglich nicht die typische vierklappige Jungermanniaceen-Kapsel, anderseits finden wir das klappige Aufspringen ja auch bei Marchantieen (ich nenne wieder Lunularia als Beispiel). Ich möchte ferner daran erinnern, dass die Antheridienstände von Monoclea unter den übrigen Jungermanniaceen gar kein Analogon haben, wohl aber in der Art der Bildung ihres Baues und der Form der Antheridien ganz an männliche Marchantieen-Stände erinnern. **) Also, wie gesagt, der wichtigste Unterschied

*) Man vergleiche über Monoclea Heft III.

**) Vergl. den speciellen Theil bei Dumortiera.

Digitized by Google

ist nur im Baue des Laubes gelegen. Nun haben wir aber in Dumortiera eine Marchantiee, welche im Baue des älteren Laubes einen Unterschied kaum erkennen lässt und auch im ganzen Habitus mit Monoclea übereinstimmt. Ich will gleich hier erwähnen, dass die gewöhnlichen Rhizoiden in Form von dickwandigen und tiefbraun gefärbten, steifen, borstenförmigen Haaren bei beiden Gattungen vorkommen, bei beiden Gattungen auch aus den Randzellen der Vorderbucht, ja selbst aus Zellen der Dorsalfläche entspringen und dass die für Marchantieen so charakteristischen Zäpfchenrhizoiden, die allerdings bei Monoclea ganz fehlen, auch bei Dumortiera spärlich vorhanden sind.

Ich habe nun für *D. irrigua* nachgewiesen, dass der vom Marchantieentypus so abweichende Bau des älteren Laubes dadurch zu Stande kommt, dass die am Scheitel ganz wie bei den übrigen Marchantieen angelegte Luftkammerschichte und ebenso die Ventralschuppen sehr früh zerstört werden. Sind nun die Luftkammern, wie ich glaube und oben auseinandergesetzt habe, nur als durch ein eigenthümliches Dickenwachsthum entstehende Einsenkungen der Oberfläche zu betrachten, so ist ein Uebergang aus dem Baue des Thallus von Dumortiera *(irrigua)* zu dem von Monoclea viel leichter verständlich. Das frühzeitige Abwerfen der Luftkammerschichte zeigt uns, dass bei dieser Pflanze der Luftkammerapparat unnütz geworden und es wäre immerhin möglich, dass es typische (d. h. durch die charakteristischen Fruchtstände ausgezeichnete) Dumortieren gäbe, bei welchen die Bildung der Luftkammerschichte überhaupt ganz unterbleibt. Denken wir uns wieder eine Monoclea, deren fertilwerdender Scheitel vor Anlage der Archegone ein strahliges Verzweigungssystem bildet, dessen einzelne Zweige nun Archegonstände anlegen, so müsste ein Dumortieren-Receptaculum entstehen und die Taschen würden dann den Hüllen entsprechen. Dass bei den am Laube sitzenbleibenden Ständen (Monoclea) lange Sporogonstiele gebildet werden, die dort fehlen, wo der ganze Fruchtstand auf einem Stiele emporgehoben wird, wird verständlich, wenn wir erwägen, dass in beiden Fällen der gleiche Zweck erreicht werden soll und auch erreicht wird, — die Sporenaussaat zu begünstigen.

Ich meine also, dass es immerhin möglich ist, die thallösen Jungermanniaceen als eine Seitenreihe der Marchantiaceen aufzufassen und anzunehmen, dass auf dem Wege, den die Entwicklung aus den Corsinieen zu den Compositen (Dumortiera) genommen, eine der Monoclea ähnliche Form entstanden sei, welche dann als Ausgangspunkt für jene Jungermanniaceen betrachtet werden könnte.

Verwandtschaftsverhältnisse der Lebermoosreihen unter sich.

Wenn wir, im Sinne obiger Auseinandersetzungen die thallösen Jungermannieen aus den Marchantiaceen ableiten, so fällt eine grosse Schwierigkeit hinweg, welche darin besteht, eine Verbindung derselben nach den Riccieen hin aufzufinden, da Uebergangsglieder durchaus fehlen. Denn Sphaerocarpus, welche Gattung einen niederen Jungermanniaceentypus repräsentiren könnte, schliesst, wie ich es schon im IV. Hefte ausgesprochen habe,

Digitized by Google

an die Codonieen an*) Ich habe damals auch die Möglichkeit zugegeben, dass diese Gattung aus höheren Codonieen durch Rückbildung entstanden sei, eben weil ich mir eine Ableitung der thallösen Formen aus ihr nicht vorstellen konnte. Wären nun diese überhaupt nicht derselben Entwicklungsreihe angehörig, wie die foliosen (incl. der Codonieen), dann könnte Sphaerocarpus allerdings als Ausgangspunkt der letzteren betrachtet werden und es würden dann Riccia einerseits, Sphaerocarpus andrerseits als Typen bezeichnet werden können, welche den hypothetischen Urformen unserer Lebermoose als Ausgangspunkt gedient

*) Ich habe dort (pag. 6) bei Besprechung der Verwandtschaftsverhältnisse von Sphaerocarpus und Corsinia nach Anführung einiger, wie mir scheint, schwerwiegender Unterschiede, wie Stellung der Geschlechtsorgane am Laube, Bildung der Hülle, Mangel der Zäpfchenrhizoiden, auch des Unterschiedes im Aufbaue des Embryo's Erwähnung gethan und sagte, dass „der Embryo sich durch die wiederholte Bildung mehrerer Stockwerke an die Jungermanniaceen anschliesse." Dies ist unzweifelhaft richtig, und wer zahlreichere Jungermanniaceen- und Marchantiaceen-Embryonen gesehen hat, wird bei Vergleichung der auch von mir dort citirten Figg. 9 und 10 der Tafel IX die grössere Aehnlichkeit der Sphaerocarpus-Embryonen mit denen der Jungermanniaceen als mit denen der Marchantiaceen zugeben, namentlich wenn man auch auf Fossombronia-Embryonen Rücksicht nimmt. Ich weiss also nicht, warum Goebel (zur Embryologie der Archegoniaten in Arbeiten des bot. Inst. Würzburg Bd. II, pg. 440) diese Ansicht als unhaltbar erklärt. Zugegeben, es wäre der Embryo von Targionia und Reboulia in gleicher Weise „aus Stockwerken" aufgebaut, so würde dies doch nicht meinen oben citirten Ausspruch ungerechtfertigt machen, sondern es würden eben auch die Embryonen von Targionia und Reboulia den Jungermanniaceen-Typus zeigen. Es sollte hier — und dies wird jedem Leser sofort klar sein — nur auf den „tiefen Unterschied" hingewiesen werden, der bezüglich des Aufbaues des Embryo zwischen Sphaerocarpus und Corsinia besteht, und den doch Niemand leugnen wird. Ich habe dann auf der folgenden Seite die Verwandtschaft von Sphaerocarpus und Riella nachzuweisen versucht, und erst nachdem ich die Einbeziehung von Sphaerocarpus in die Riellen gerechtfertigt zu haben glaubte, die Verwandtschaft dieser mit den Jungermanniaceen erörtert, und habe dann nach Anführung mehrerer Gründe nochmals erwähnt, „dass der Aufbau des Embryo's aus Querscheiben unmittelbar auf die Jungermanniaceen hinweist." Es ist dieses Merkmal einer der Gründe (und nach meiner Meinung allerdings ein wichtiger), welche mir für die Verwandtschaft der Riellen und Jungermanniaceen und für Ausscheidung der ersteren aus der Gruppe der Riccieen zu sprechen scheint. Uebrigens hängt der Aufbau des Embryo's — ob nämlich Querscheiben (=Stockwerke) sichtbar werden oder nicht — zum mindesten nicht ausschliesslich davon ab, ob im Embryo Anfangs nur Querwände auftreten und Längswände erst später nachfolgen, oder ob letztere früher eintreten, sondern hauptsächlich davon, ob die ersten am Scheitel des Embryo auftretenden Längswände in der Wachsthumsaxe desselben gelegen sind und in derselben gelegen bleiben, oder wenn auch Anfangs so orientirt, später aus derselben heraustreten. Der Embryo von Anthoceros zum Beispiele erscheint ebenfalls aus Stockwerken aufgebaut (Heft V, Taf. I, Fig. 1, 2, Taf. III, Fig. 9), und doch tritt schon nach der ersten Quertheilung eine Längswand auf (vielleicht sogar vor dieser), das junge Antheridium von Anthoceros dessgleichen, und doch ist die erste Wand eine Längswand. Das Archegon der Lebermoose zeigt in einem gewissen Entwicklungsstadium zwei „Stockwerke" (hier habe ich diesen Ausdruck zuerst gebraucht), und doch folgen die Querwände erst nach dem Auftreten von drei Längswänden. In der von mir für Corsinia citirten Figur 12 und 13 ist die Bildung von Stockwerken schon durch die schiefe Lage der Wand 1 unmöglich gemacht, denn die auf ihr mehr oder weniger genau senkrecht stehenden Wände sind dann in Bezug auf die Wachsthumsaxe keine Querwände und es entstehen somit keine Querscheiben. Aber wenn auch die erste Wand nahezu quergestellt ist, ja selbst wenn dieser eine weitere Querwand nachfolgt, kann es noch immer vorkommen, dass ein Aufbau aus Stockwerken nicht hervortritt, dann nämlich, wenn die erste am Scheitel auftretende Längswand schief gestellt wird, und diese Schiefstellung sich später nicht ausgleicht, sondern vergrössert. Hieher nun gehört, soweit ich dies beobachtete, Reboulia und wie mir

Digitized by Google

haben. Denn man könnte dann auch die Anthoceroteen**) durch Notothylas an den Sphaerocarpus-Typus anschliessen, und ich glaube, es wäre so für den Gang der Differenzirung in der Lebermoosreihe eine unseren dermaligen Kenntnissen ziemlich entsprechende Vorstellung gewonnen.

Vergleichung der Sporogone der Lebermoose mit denen der Laubmoose.

In der Reihe der Lebermoose treten bezüglich der Entwicklung und des Baues des Sporogons deutlich vier Typen hervor:

1. Das Sporogon differenzirt sich in eine Wandschichte und einen nur von Sporen erfüllten Innenraum (Riccien im engeren Sinne).
2. Die Zellen des Innenraumes sondern sich in fertile (sporenbildende) und steril bleibende, als „Nährzellen" der Sporen fungirende (Corsinia, Riellen, Notothylas).

---

scheint, auch Targionia. Bei Reboulia liegt die erste nach vorhergegangener zwei- höchstens dreimaliger Quertheilung in der am Scheitel gelegenen Zelle auftretende Längswand höchst selten genau in der Wachsthumsaxe und wird später wohl regelmässig noch mehr herausgedrängt, und ich habe weder bei Reboulia noch Grimmaldia je etwas ältere, etwa den citirten Figuren Taf. V, Fig. 13, Taf. IX, Fig. 10 entsprechende Embryonen gesehen, welche den Aufbau aus Querscheiben noch hätten hervortreten lassen, obwohl ich gerne zugeben will, dass auch solche vorkommen können, gerade so, wie ja auch bei Fossombronia als Ausnahme, bei Symphyogyna regelmässig, die ersten Längswände schief auftreten, in welchen Fällen dann die Stockwerkbildung nicht hervortritt. Wenn also auch unter den Marchantiaceen Gattungen vorkommen, deren Embryonen in Bezug auf ihren Aufbau entweder regelmässig (Cyathodium?) oder öfters eine Stockwerkbildung hervortreten lassen, oder Jungermanniaceen-Embryonen, welche diesen Aufbau nicht zeigen, so ist man doch immer berechtigt, jenen den Jungermanniaceen-, diesen den Marchantieen-Typus zu nennen. Ich gebe gerne zu, dass die Theilungen Folge des Wachsthumes sind, und daher der Jungermanniaceen-Embryo den Aufbau aus Stockwerken vorzüglich desshalb zeigt, weil er überwiegendes Längenwachsthum besitzt und der Marchantiaceen-Embryo eben wegen des frühzeitigen starken Dickenwachsthumes diese Erscheinung nicht hervortreten lässt, aber durch diesen Erklärungsversuch wird doch die Thatsache des verschiedenen Aufbaues nicht beseitigt.

Ich möchte aber schliesslich noch bemerken, dass die langgezogene Gestalt des Embryo nicht nothwendig das vorerstige Auftreten von Transversalwänden bedingt, dass also die Form des Embryo nicht absolut über seinen Aufbau entscheidet, sondern dass denn doch noch andere Ursachen mitbestimmend wirken. Warum wird z. B. der doch langgestreckte Embryo von Symphyogyna nicht vorerst zu einer Zellreihe, warum lässt er in keinem Stadium seiner Entwicklung den Jungermanniaceen-Typus hervortreten? Weil die erste im Scheitel auftretende Längswand zur Wachsthumsaxe schief gestellt ist und die darauf senkrecht stehenden Wände nicht mehr Transversalwände sind. Freilich ist die abweichende Lage jener Wand Folge eines anderen Wachsthumes, auf das wir aber erst zurückschliessen, das wir vor dem Auftreten der Wand gar nicht zu constatiren vermögen.

Der Embryo von Sauteria (Taf. II, Fig. 13) ist langgestreckt, kaum weniger als der vom Sphaerocarpus. Warum ist also die erste Wand keine Querwand, sondern unter sehr spitzem Winkel zu seiner Längsaxe geneigt, wie ich es an allen von mir beobachteten Embryonen, wenn auch nicht in so auffallendem Masse fand? Hier erklärt doch die Form des Embryo nicht seinen Aufbau. Bei Marchantia ist die befruchtete Eizelle ein Ellipsoid, die erste Wand steht aber sehr selten senkrecht auf dem Längsdurchmesser desselben, wie es auch die Abbildungen von Kienitz-Gerloff zeigen.

**) Vergl. Heft V, pg. 8.

Digitized by Google

3. Die steril bleibenden Zellen des Innenraumes werden zu Elateren umgebildet (die meisten Lebermoose).
4. Die Achse der Kapsel durchzieht ein Zellstrang (Columella), der von der sporenbildenden Schichte umgeben und überwölbt ist (Anthoceroteen). Dazu ist zu bemerken, dass die Columella primär (durch die ersten periklinen Wände) angelegt wird, also nicht als eine Differenzirung im Sporenraume betrachtet werden kann. Es gilt dies für die Gattungen Anthoceros und Dendroceros; während bei Notothylas die öfters vorhandene Columella als eine Differenzirung innerhalb des Sporenraumes erscheint.*)

Unter den Laubmoosen treten wieder drei Typen hervor:

1. Nach Abscheidung der Wandschichte erscheinen im Innen- (Sporen-)Raume fertile und steril bleibende Zellen durcheinander gemengt. Es kommt nicht zur Ausscheidung eines axilen und steril bleibenden Zellstranges (Archidium).
2. Im Innenraum differenzirt sich ein axiler Zellstrang von einer peripherischen sporenbildenden Schichte (Bryinen und Andreaeaceen**).
3. Die Abscheidung der Columella ist primär (erfolgt durch die ersten periklinen Wände) die sporenbildende Schichte differenzirt sich erst secundär aus der anliegenden peripherischen Zellenlage (Sphagnum).

Wenn wir nun diese Typen der Sporogon-Entwicklung in beiden Hauptreihen der Muscineen mit einander vergleichen, so ergibt sich sofort, dass, während der Riccien-Typus unter den Laubmoosen nicht vorkommt, der Riellen-Typus (wie ich den unter den Lebermoosen sub 2 angeführten bezeichnen will) offenbar dem Archidium-Typus entspricht. Aber nicht allein in der Differenzirung der Gewebecomplexe im Sporogone liegt das Uebereinstimmende, auch das Verhalten der Sporogonwand, welche in beiden Fällen erst nach der Sporenreife zerstört wird, und ebenso das der Kalyptra ist im Grunde genommen dasselbe.***) Dieser

*) Vergl. Heft V.

**) Vergl. die Abhandlung: „Das Sporogon von Archidium“ in den Sitz. Ber. d. Wien. Ak. Bd. LXXX.

***) Ein wesentlicher Unterschied scheint allerdings darin zu bestehen, dass gegenüber der einfachen Kapselwand der Riellen bei Archidium sich aus ihr eine innere Zellschichte differenzirt, die später als „Sporensäck“ durch einen glockenförmigen Intercellularraum von der eigentlichen Kapselwand geschieden ist. Vielleicht ist aber die Entstehung dieses Intercellularraumes durch den Wegfall der Hülle zu erklären. Ich möchte nämlich die Bedeutung des Intercellularraumes im Sporogon der Laubmoose darin suchen, dass durch denselben die mit so ungemein quellbaren Membranen versehenen Sporenmutterzellen vor zu reichlichem Wasserzutritt durch die Kapselwand geschützt werden. Dass diese zur Zeit, wo im Inneren erst die Bildung der Sporentetraden stattfindet und auch später noch bis zur Ausbildung des Exospors, für Wasser sehr leicht durchdringbar ist, ergibt sich daraus, dass unverletzt frei präparirte Sporogone verschiedener Lebermoose häufig sogleich, nachdem man sie ins Wasser gelegt hat, platzen. Bei Archidium, wo schon vor Bildung der Sporentetraden die Kalyptra gesprengt ist, schützt nun der mit Luft erfüllte Intercellularraum den Sporenraum vor zu starkem Wasserzutritt, das also überhaupt nur durch den Fuss, der aber in der Kalyptra steckt, zugeführt werden kann. Dieselbe Bedeutung hat der Luftraum wohl auch bei den übrigen Bryinen, wobei noch zu bemerken ist, dass er hier am Scheitel zwar nicht geschlossen ist, wogegen aber hier die Haube als schützendes Dach fungirt. Dieselbe Bedeutung, so meine ich, hat die Hülle bei den Riellen und

Digitized by Google

im Wesentlichen übereinstimmenden Ausbildung der sporenbildenden Generation *) entspricht nun nicht ein ähnliches Verhalten der Geschlechts-Generationen. Es ist da vor Allem in Betracht zu ziehen, dass die weiblichen Geschlechtsorgane bei den Riellen dorsal, bei Archidium apical stehen und dass wahrscheinlich Antheridien wie Archegonien nach dem Bryinen-Typus aufgebaut werden, doch mag immerhin erwähnt werden, dass auch die Arten der Gattung Riella zur Bildung scharf differenzirter Blätter vorgeschritten erscheinen.

Wenn ich oben die Aehnlichkeit, welche in der Ausbildung der zweiten Generation zwischen Archidium und den Lebermoosen (Riellen) besteht, hervorgehoben habe, so ist es wieder eine andere Frage, ob dieselbe auch phylogenetisch verwerthet werden darf. Unzweifelhaft ist Archidium, wie ich es schon seinerzeit bemerkt habe, mit den übrigen Phascaceen zunächst verwandt, und durch diese auch mit den Bryinen verbunden. Wenn wir bedenken, dass ein Theil der Phascaceen ihre Columella wie die echten Bryinen anlegt und ausbildet, dass sie bei anderen zwar angelegt aber nicht ausgebildet wird und nun bei Archidium auch ihre Anlage unterbleibt, so könnte man allerdings auf Rückbildung denken, die Phascaceen also aus höheren Bryinen ableiten. Dem kann aber entgegengehalten werden, dass diese Veränderungen in der Entwicklung im Sporogone noch von Veränderungen begleitet werden, die endlich eine Ausbildung der Frucht erzielen, welche mit der bei den Riellen die unverkennbarste Aehnlichkeit hat. Möglich, dass wir darin nichts weiter als eine — wie soll ich sagen — ganz zufällige Aehnlichkeit zu sehen haben; ich halte aber die andere Ansicht, — diese Art der Ausbildung der zweiten Generation als eine solche zu betrachten, die jener, wie sie die Urform unserer Bryinen zeigte, noch am nächsten steht, und die auch bei den Riellen noch erhalten geblieben ist — für mindestens ebenso gerechtfertigt.

Ganz zu ähnlichen Erwägungen geben die Sphagnaceen Veranlassung: Es ist vorerst wohl nicht der geringste Zweifel, dass sich die Sphagnaceen von den Bryinen durch

---

allgemein das sogenannte Perianthium der Lebermoose. Immer wird dadurch die unreife Kapsel vor directem Zutritt des Wassers geschützt, das nur durch den Fuss in dieselbe gelangen kann. Wo, wie bei Aneura, Metzgeria etc., eine solche Hülle fehlt, da ist der Schutz durch eine mächtige behaarte Kalyptra (event. durch andere Einrichtungen) hergestellt. Bei Marchantia und Preissia sind Perianthien vorhanden, denn die Hüllen sind weit geöffnet; bei Lunularia und Dumortiera etc. schliessen sie über dem jungen Sporogon zusammen, es fehlt daher das Perianth. — Allgemein also: Bei Bryinen hat der Luftraum in der Kapsel die Bedeutung den Zutritt des Wassers durch die Kapselwand zu erschweren und somit eine zu starke Quellung der Membranen im Sporenraume zu verhüten, eine Aufgabe, die bei den Lebermoosen theils der Kalyptra, in anderen Fällen dem Perianth und den Hüllen (event. auch den Perichetalblättern) übertragen ist.

*) Diese Aehnlichkeit ist denn doch vorhanden und sie wird, wie mir vorkommt, dadurch nicht geringer, dass auch hie und da einmal bei Laubmoosen Theile der Columella sich in sporenbildendes Gewebe umwandeln, was aber Kienitz-Gerloff (Bot. Zeitg. 1880, pg. 492) anzunehmen scheint. Für mich haben diese abnormen Fälle, wie ich schon lange früher hervorhob (Heft V, pg. 11), die Bedeutung, dass sie die Annahme unterstützen, die Columella sei als eine secundäre Differenzirung im ursprünglich durchaus fertilen Gewebe zu betrachten.

Digitized by Google

nicht wenige und gewichtige Merkmale unterscheiden, gerade durch diese aber an die Lebermoose anschliessen. Es wurde dies schon vor langer Zeit von Schimper, dem gründlichsten Kenner dieser Moosgruppe, ausgesprochen, der dabei „auf die Form der männlichen Blüthenhüllen und die der männlichen Blüthenorgane, dann auf die Abwesenheit einer eigentlichen Haube“ hinwies. Ebenso erinnert die Entwicklung des mächtigen Sporogonfusses vielmehr an die Lebermoose und namentlich an Anthoceros, welche Gattung auch in der Bildung der von der sporenbildenden Schichte überwölbten Kalyptra mit Sphagnum übereinstimmt. Für eine bedeutungsvolle Uebereinstimmung halte ich es ferner, dass bei Anthoceros wie bei Sphagnum die Anlage der Columella der Anlage der sporenbildenden Schichte vorausgeht, und durch die erste Differenzirung innerhalb des Sporogons eingeleitet wird*).

*) Kienitz-Gerloff sagt bei Besprechung meiner Archidiumarbeit (Bot. Ztg. 1880, pg. 492): „Der Umstand, dass die Sporenbildung im Moossporogone zwar in den meisten Fällen innerhalb des Endotheciums in einzelnen, wie bei Sphagnum und Anthoceroteen jedoch aus dem Amphithecium erfolgt — scheint dafür zu sprechen, dass man die Reihenfolge der Zelltheilungen ebenso wie die Anordnung des Zellnetzes in Embryonen bezüglich ihrer phylogenetischen und systematischen Bedeutung weit überschätzt hat.“ Dass die Anordnung des Zellnetzes als solche phylogenetisch nicht zu verwerthen ist, ist wohl selbstverständlich und es wird wohl Niemandem einfallen, etwa die bei kugeligen Zellkörpern fast immer eintretende Bildung primärer Octanten phylogenetisch deuten zu wollen. Wenn ein cylindrischer Zellkörper aus Querscheiben aufgebaut erscheint, die aus vier quadrantisch geordneten Zellen bestehen, und wenn in demselben später ein innerer axiler Zellstrang differenzirt wird, so können diese Vorgänge als solche allerdings phylogenetisch bedeutungslos sein, sie werden aber bedeutsam, wenn mit dieser Differenzirung constant histologische oder allgemein morphologische Differenzirungen Hand in Hand gehen. Der die Axe des Laubmoos-Sporogons durchziehende auf dem Querschnitte als „Grundquadrat“ erscheinende Zellstrang wird erst dadurch so bedeutungsvoll, dass aus ihm, und so weit bis jetzt bekannt, ausnahmslos bei allen Bryinen (und Andreaea) die sporenbildende Schichte und die Columella hervorgeht, und es wird diese seine Bedeutung nicht geringer, weil auch in anderen Zellkörpern eine ähnliche Differenzirung eines axilen Zellstranges erfolgt. Es gibt kein einziges Merkmal, welches an sich schon systematisch oder phylogenetisch bedeutsam wäre, erst sein constantes Vorkommen bei einer grossen Zahl nahe verwandter Formen oder Formgruppen gibt ihm den diesbezüglichen Werth. Um bei dem obenerwähnten Beispiele zu bleiben, wird die systematische Bedeutung des axil verlaufenden „fertilen“ Zellstranges gewiss desshalb nicht geringer, weil er bei den Sphagnaceen „steril“ bleibt, im Gegentheile, ich schliesse gerade aus dem Umstande, dass bei dieser durch viele andere Merkmale von den Bryinen sich soweit unterscheidenden Moosgruppe der Unterschied selbst in der Art, wie sich die Differenzirung innerhalb des Sporogons vollzieht, zum Ausdrucke gelangt, auf seine nur um so höhere systematische Bedeutung. Darin aber stimme ich wieder Kienitz-Gerloff bei, dass „die Reihenfolge der Zelltheilungen,“ welche endlich zur Ausscheidung des axilen Zellstranges führen, bedeutungslos ist. Ob dies, wie bei Archidium, schon unter Betheiligung der Quadrantenwände erfolgt, oder erst in den Quadranten durch eine einzige perikline oder durch Combination einen antiklinen mit einer periklinen, das ist allerdings völlig belanglos und wir sehen diesbezüglich auch bei nahe verwandten Pflanzen (Phascaceen), ja selbst innerhalb derselben Art (Sphagnum) vielfache Schwankungen.

Eine ähnliche exceptionelle Stellung wie die Sphagnaceen innerhalb der Laubmoose nehmen nun die Anthoceroteen innerhalb der Lebermoose ein, und wieder sehen wir diesen Unterschied auch in der inneren Differenzirung des Sporogones ausgeprägt. Wie bei Sphagnum ist die Abscheidung des axilen und sterilen Zellenstranges primär; seiner Peripherie anliegend entsteht später erst eine Zellschichte, aus welcher die Sporenmutterzellen hervorgehen. Ich lege darauf kein Gewicht, aber erwähnen will ich es

Digitized by Google

Muscineen und Gefässkryptogamen. Wenn wir, die Homologie des Moossporogones und der Farrenpflanze anerkennend, uns über den Zusammenhang der beiden Archegoniatenreihen eine Vorstellung zu bilden versuchen wollen, so ist es, wie ich glaube, wohl gerechtfertigt, diesen Zusammenhang vorerst in der Muscineenreihe zu suchen, und denselben nicht a priori schon noch weiter nach abwärts zu verlegen. Wenn wir dies unternehmen, so ist es weiters selbstverständlich, dass wir nicht die höchst ausgeprägten Typen zur Vergleichung herbeiziehen dürfen, sondern auf jene unser Augenmerk richten sollen, bei denen der allgemeine Classentypus am wenigsten scharf hervortritt. Aber wieder dürfen wir nicht vergessen, dass es höchst unwahrscheinlich ist, die unveränderte Urform noch lebend aufzufinden, sondern dass auch die ihr noch am nächsten stehenden Descendenten im Laufe der Entwicklung ganz bedeutende Veränderungen erlitten haben können.

Es ist jedoch hier nicht meine Absicht, einen solchen Zusammenhang auf Grundlage künstlich construirter Urtypen von Lebermoosen und Gefässkryptogamen deduciren zu wollen. Es ist kein Zweifel, dass, wenn wir einmal das Gebiet der exacten Forschung verlassen und dieselbe durch hypothetische Annahmen ergänzen wollen, der willkürlichen Construction von Formen kaum mehr eine Grenze gezogen werden kann, und dass dann die Aufstellung von Descendenzreihen immer mehr zu einem Phantasiespiele ausartet. Wohl

---

wenigstens, dass junge Sphagnum-Embryonen, welche etwa bis zur Differenzirung der sporenbildenden Schichte vorgeschritten sind, in Form, Ausbildung ihrer Theile und innerer Differenzirung den ähnliche Entwicklungszustände zeigenden Anthoceros-Embryonen ganz auffallend ähnlich sehen. Auch möchte ich bemerken, dass nach Schimper öfters in derselben Kapsel neben den tetraedrischen keimungsfähigen Sporen auch viel kleinere keimungsunfähige vorkommen. Schimper gibt an, dass sie einer weitergehenden Zelltheilung der Sporenmutterzellen ihre Entstehung verdanken. Die einzige diesbezügliche Abbildung (copirt in Sachs Lehrbuch, IV. Auflage, Fig. 258B) zeigt eine Mikrospore mit netzförmiger Zeichnung der Oberfläche. Herr Waldner, der viele reife und unreife Kapseln untersuchte, bekam solche Sporen nie zur Ansicht, und da Schimper ebenfalls über dieselben gar nichts weiter angibt, so ist es zweifelhaft, ob diese Areolenbildung überhaupt durch nach aussen vorstehende Verdickungsleisten hervorgebracht, oder ähnlich wie an den sterilen Zellen im Sporogone von Sphaerocarpus (Heft IV, pg. 72) durch eine eigenthümliche Vertheilung des (durchscheinenden) Inhaltes hervorgerufen wird. Ebenso ist die Art ihrer Bildung, wie ich glaube, noch nicht sichergestellt. Ich meine also, es sei zum Mindesten zweifelhaft, ob diese kleinen keimungsunfähigen Zellen überhaupt als Sporen gedeutet werden dürfen und ob sie nicht mit demselben Rechte wie bei Sphaerocarpus und Anthoceros etc.: als sterile, überhaupt nicht zur Fortpflanzung, sondern zur Ernährung der Sporen bestimmte Zellen betrachtet werden können, was, wenn es sich bewahrheiten sollte, wohl ebenfalls bei Beurtheilung der Verwandtschaftsbeziehungen von Sphagnum in Betracht zu ziehen wäre.

Ich habe bis jetzt der Verschiedenheit des Spitzenwachsthumes, insoweit es in der Verschiedenheit des Zellhautnetzes am Scheitel hervortritt, noch nicht Erwähnung gethan: Bei den Bryinen und Andreaea sehen wir Segmentirung einer zweischneidigen Scheitelzelle, bei Sphagnum theilt sich die Scheitelzelle durch Querwände (Antiklinen), bei den meisten Lebermoosen treten sehr frühe Längswände auf und die Scheitelkuppe wird durch vier (seltener durch zwei) Zellen gebildet. Wenig unter (hinter) dem Scheitel ist die Form des Zellhautnetzes an Quer- wie an geeigneten Längsschnitten im Wesentlichen wieder dieselbe, und folgt im Allgemeinen dem Principe der rechtwinkligen Schneidung, unter welchem auch die Zelltheilungen im Scheitel zu stehen scheinen. Aber dieses Princip erklärt uns noch nicht die verschiedene Zellenordnung, die (unter Einhaltung dieses Principes) denn doch eine verschiedene ist, und nothwendiger Weise auf eine

Digitized by Google

aber halte ich es für gerechtfertigt, unter den noch dermalen vorhandenen Moosformen jene herauszusuchen, welche nach dem ganzen morphologischen und physiologischen Verhalten ihrer Sporogone am meisten Anklänge an die „Farrenpflanze“ zeigen.

Nach meiner Meinung ist der wichtigste Factor, der bei der Ausbildung der ersten gefässkryptogamen Pflanze mitgewirkt haben mag, in der Veränderung zu suchen, welcher die sporenbildende Generation in Bezug auf die Art ihrer Ernährung ausgesetzt war. Mit dem allmäligen Uebergange aus der schmarotzenden Lebensweise eines aus Saugorgan und Sporenkapsel bestehenden Sporogones zu der selbstständigen von der Mutterpflanze unabhängigen Ernährung mag wohl auch der Anstoss zu jenen Differenzirungen gegeben worden sein, welche endlich zur reich gegliederten Farrenpflanze führten. Ein solches Selbstständigwerden der zweiten Generation setzte aber die Möglichkeit der Assimilation und dann die Ausbildung eigener zur directen Nahrungsaufnahme geeigneter Organe voraus. Ausbildung eines Assimilationssystems also und Bildung von Wurzeln (im physiologischen Sinne) waren die Bedingungen zum Selbstständigwerden der Sporogone. Wenn wir nun unter den Lebermoosen Umschau halten, so unterliegt es wohl nicht dem geringsten Zweifel, dass diesen Bedingungen noch am meisten das Sporogon von Anthoceros genügt: Tritt auch der zu einem mächtigen Saugorgan umgebildete Fuss noch nicht aus dem Thallus der Nährpflanze hervor, so zeigt doch die Kapselwand alle Eigenschaften eines assimilirenden Gewebes; sie

---

Verschiedenheit des Wachsthumes hinweist. Dass die Gestalt des wachsenden Embryo die Anordnung seiner Zellwände im Scheitel bestimmt, wird wohl Niemand behaupten wollen; wenigstens tritt eine der Verschiedenheit der Zelltheilungen entsprechende Verschiedenheit in der Form der Scheitelkuppe meist nicht zu Tage; man darf diesbezüglich nur die Embryonen von Sphaerocarpus, von Sphagnum und den Bryinen mit einander vergleichen. Es ist richtig, es müssen im Scheitel in Bezug auf Vertheilung des inneren Wachsthumes Unterschiede vorhanden sein, die von uns aber erst aus der Verschiedenheit der Segmentirung erschlossen werden. Ich möchte auf ein specielles Beispiel eingehen: Die Lage der ersten schiefen Wand im Embryo der Bryinen erklärt sich weder durch das Princip der rechtwinkligen Schneidung, noch durch die Gestalt desselben. Denn soweit mir Beobachtungen bekannt sind, ist die erste (der schiefen vorausgehende) Wand quergestellt und die schiefe Längswand schneidet sie unter spitzem Winkel (vergl. Kühn, Hofmeister, Kienitz-Gerloff). Warum hier nicht so wie in den meisten ähnlichen Fällen das Princip der rechtwinkligen Schneidung zum Ausdrucke gelangt, ist schlechterdings nicht erklärlich, wenn wir nicht annehmen wollen, dass ein durch uns unbekannte Ursachen bedingtes stärkeres Längenwachsthum einer Scheitelhälfte, das vielleicht schon während der Kerntheilung wirksam wurde, eine Verschiebung der sich bildenden Wand bewirkte. Ist dies in der That der Grund der schiefen Lage der ersten Wand (der uns dann auch die bedeutende Volumungleichheit der beiden Zellen erklären würde), dann hat der Ausspruch, Stiel und Kapsel des Sporogons gehen aus einer Längshälfte des Embryo hervor, nichts mehr so Wunderliches. Das Protoplasma der oberen Hälfte des zweizelligen Embryo theilt sich dann in der That in zwei Hälften, von deren einer nur der Impuls zum Aufbaue des Sporogons ausgeht. Von dieser ungleichen Betheiligung des ursprünglich scheitelständigen Protoplasmas hätten wir keine Ahnung, wenn der Embryo ähnlich einem Vaucheriaschlauche, also ungefächert in die Länge wachsen würde. Es wird uns dies erst durch die Zelltheilungen erkennbar, welche uns also auch dann noch über die Verschiedenheit der Wachsthumsvertheilung in den einzelnen Punkten des Scheitels Auskunft geben, wenn eine solche von keiner Gestaltsveränderung begleitet ist. Sie werden insolange noch immer diesbezüglich die sichersten Marksteine bleiben, bis wir gelernt haben werden, auch an solchen Objecten die Zelltheilungen bis auf die Kerntheilungen zurück zu verfolgen.

Digitized by Google

besteht aus einem lockeren, von Lufträumen durchsetzten, chlorophyllhaltigen Parenchym, besitzt ferner eine scharf differenzirte Oberhaut mit Spaltöffnungen, die in ihrem Baue volkommen mit denen der Gefässpflanzen übereinstimmen. Auch das lange andauernde basilare Wachsthum des Sporogons, die primäre Abscheidung eines axilen (vielleicht zur Zuleitung der Nährstoffe, roher wie schon assimilirter, bestimmten) Zellstranges erinnert vielfach an manche Cotyledonarbildungen bei Gefässkryptogamen, die natürlich bei einer derartigen Vergleichung zunächst in Betracht gezogen werden müssen. Denn so viel, glaube ich, ist sicher: Wenn wir überhaupt die sporenbildende Generation der Gefässkryptogamen aus Lebermoossporogonen ableiten wollen, so müssen wir als homologe Gebilde der letzteren die Cotyledonen bezeichnen, denen dann anfangs die Sporenbildung übertragen gewesen sein muss, bis sie endlich mit dem Auftreten der embryonalen Verzweigung d. i. der Bildung des Stammes und seiner Seitenglieder (Blätter) auf diese überging. Daraus folgt aber, dass es nie gelingen wird, zwischen der Anthoceroskapsel und einem wenn auch noch so einfachen fertilen Farrenblatte weiter gehende Analogieen aufzufinden, die als Homologieen zu deuten wären. *)

Abstammung der Muscineen. Pringsheim **) war meines Wissens der Erste, der auf die Homologie der Frucht von Coleochaete mit der Moosfrucht hingewiesen hat. Da die befruchtete Gonosphäre von Coleochaete der befruchteten Gonosphäre der Moose gleichwerthig sei, so folge daraus, dass der innere Gewebekörper der Frucht, in welchem die Schwärmzellen entstehen, die zweite Generation im Sinne des Sporogoniums der Moose bilde. In diesem aus durchaus fertilen Elementen (Sporenmutterzellen) bestehenden Zellenaggregate mag nun zuerst eine Sonderung in sterile und fertile Zellen eingetreten sein, indem sich vorerst eine peripherische Zellschichte als Hülle (Kapselwand) differenzirte. Diese einfache Form der Sporogonausbildung finden wir im Allgemeinen noch bei Riccia, ***) die wir somit in der That als den niedersten Moostypus bezeichnen können.

Es ist gewiss bezeichnend, dass — worauf ebenfalls schon Pringsheim aufmerksam machte, — die weiblichen Organe (Oogonien, Carpogonien) der Coleochaeten „in ihrem Baue eine Uebergangsform von den einfachen Fruchtzellen der Algen zu den Archegonien der Moose darstellen.“ Bei Beibehaltung der Form und aller wesentlichen Theile und bei ganz gleicher Functionirung derselben wird der Bau des Organes insoweit complicirter, als es nicht mehr aus einer Zelle besteht, sondern deren Wand durch eine Zellschichte ersetzt wird; eine Differenzirung, wie sie in ganz ähnlicher Weise der fertile Zellkörper erfährt, der aus einem nackten Zellenaggregate zur Ausbildung einer Wandschichte fortschreitet und so zur Kapsel wird.

---

*) Vergl. auch Prantl: Untersuchungen zur Morphologie der Gefässkryptogamen. Heft I, pg. 62.

**) Die Coleochaeten, in den Jahrbüchern f. w. Bot. Bd. II, pg. 27.

***) Vergl. „ Verzweigte Moossporogonien“ in den Mittheilungen d. nat. Ver. f. Steiermark 1876, pg. 16.

Digitized by Google

Ist das Oogonium nun dem Archegonium äquivalent, so glaube ich, kann auch über die Bedeutung der Berindungszellen *) kein Zweifel sein. Sie gehören nicht dem weiblichen Organe an, sondern entstehen aus benachbarten Zellen des Thallus. Ich möchte den Vorgang der Berindung mit dem der Versenkung der Archegone in das Thallusgewebe (wie bei Riccia) oder mit der Hüllenbildung (etwa bei Oxymitra) vergleichen, die ganze Coleochaetenfrucht also nicht blos der Moosfrucht (Sporogon sammt Kalyptra) sondern dieser und der Hülle für äquivalent halten.

II. Specielle Untersuchungen.

1. Plagiochasma. Tafel I.

Von den zahlreichen Arten dieser Gattungen habe ich *Pl. cordatum*, *intermedium*, *crenulatum* Gottsche, *appendiculatum* und *Aitonia* untersucht. **)

Sämmtliche Arten theilt die Synopsis Hepaticarum in zwei Gruppen, von denen die eine (§ 1) dadurch charakterisirt wird, dass die Frons durch Spitzen-Innovationen gegliedert erscheint (es gehören von den untersuchten Arten die zwei ersten oben angegebenen hierher), während die andere (§ 2) ventral entspringende Innovationen besitzen soll. Es liegt aber in diesem Charakter kein strenges Unterscheidungsmerkmal, denn *Pl. intermedium* z. B. zeigt sehr häufig ventrale Auszweigung und doch ist die Frons sehr ausgezeichnet articulirt, während wieder *Pl. appendiculatum* häufig ganz deutlich articulirt erscheint. Ueberhaupt stehen die oben erwähnten Arten mit Ausnahme von *Pl. Aitonia* sich auch vegetativ sehr nahe, und nur diese Species weist im Baue des Laubes einen ganz merklichen Unterschied auf.

Was die Articulation des Laubes betrifft, wie sie namentlich bei *Pl. cordatum* in ausgezeichnetster Weise in die Erscheinung tritt, so ist vorerst hervorzuheben, dass sie hier wie ja auch bei anderen Marchantiaceen und selbst vielen anakrogynen Jungermannieen in einer Vegetationspause der Laubaxe ihren Grund hat. Ich erinnere diesbezüglich an Reboulia und an die Frühjahrstriebe bei Fegatella, die ebenfalls unmittelbare Fortsetzungen der Axe des Tragsprosses darstellen. Es sind diese Bildungen wohl zu unterscheiden von den scheinbaren Sprossfortsetzungen, wie sie etwa an den fruchtenden Axen bei Preissia und Sauteria etc. auftreten, welche dadurch entstehen, dass eine ventrale

---

*) Ich kenne die Gründe nicht, welche Pringsheim (Monatsbericht d. Berl. Ak. vom 21. December 1876 pg. 873) bestimmen, das berindete Oogonium dem Archegonium der Moose gegenüber zu stellen.

**) Die *Pl. Rousselianum* ist, wie schon Gottsche hervorhob, keine Plagiochasma, sondern steht der *Sauteria suecica* (Clevea) zunächst und findet dort ihre Besprechung.

Digitized by Google

Auszweigung, die sehr nahe dem Scheitel des Tragsprosses angelegt wird, in der Richtung des letzteren weiterwächst; ein Vorgang der bekanntlich auch bei den akrogynen Jungermannieen häufig vorkommt.

Die Bildung der Articulation wird dadurch hervorgebracht, dass der in der Bucht des Vorderrandes liegende Sprossscheitel seine Lamina beim Weiterwachsen nicht sogleich in der früheren Breite ausbildet, sondern entweder vorerst nur eine etwas minder breite Frons oder gar nur die Mittelrippe entwickelt und erst allmälig das frühere Wachsthum wieder aufnimmt. Ist das Erstere der Fall, so besteht die Articulation eigentlich nur in seitlichen Einschnitten der Frons, tritt das Letztere ein, so bleibt die Herzbucht des Vorderrandes vollkommen erhalten und aus der tiefsten Stelle derselben entspringt die Sprossfortsetzung, wie es namentlich ausgezeichnet bei *Pl. cordatum* zu sehen ist. In vielen Fällen hängt diese Gliederung mit der Bildung von Geschlechtsständen zusammen. Wie wir später sehen werden, sind diese nämlich in keinem Falle endständig und der Scheitel wächst nach Anlage derselben ungehindert weiter. Die die Geschlechtsorgane tragenden Scheiben sind also ausnahmslos rein dorsale Wucherungen, in welche ein grösserer oder geringerer Theil der unmittelbar hinter dem Scheitelrande liegenden dorsalen Sprossfläche einbezogen wird, so dass an dieser Stelle dann zur Ausbildung der seitlichen Laminarpartieen entweder kein oder zum mindesten weniger Meristem übrig bleibt. Dies ist wohl der häufigste Grund der mehr oder minder deutlichen Gliederung. In anderen Fällen aber sehen wir solche auch am sterilen Laube, und dann dürften sie wohl Vegetationspausen entsprechen, welche durch klimatische Ursachen bedingt werden.

Die ventralen Auszweigungen bilden sich wenig hinter dem Scheitel und seitlich an der Mittelrippe. Sie sind am Grunde fast stielrund (auf die Mittelrippe beschränkt) und verbreitern sich dann allmälig. Wenn man die Laminarränder eines solchen Sprosses nach dem Grund hin verfolgt, so bemerkt man, dass sie sich an der dorsalen Längshälfte des Zweiges immer mehr nähern und vor ihrem endlichen Aufhören sehr nahe zusammentreten. Diesem Verlaufe der Laminarränder entsprechend, greifen auch die Insertionen der Ventralschuppen gleich weit auf die dorsale Hälfte über, und ebensoweit erscheint der Spross mit Rhizoiden besetzt. Schon diese Thatsachen zeigen, dass der Zweig in seinem stielrunden basalen Theile vorwiegend die ventrale Längshälfte entwickelt, welche Deutung noch dadurch bestätigt wird, dass auch die Luftkammerschichte nur in jenem dorsalen, von Anhangsorganen frei bleibenden Längsstreifen ausgebildet wird.

Die Plagiochasmen haben sämmtlich zweireihig gestellte Ventralschuppen, die am Vorderrande in Lappen ausgezogen erscheinen, deren Zahl und Form nach den einzelnen Arten wechselt, aber selbst an demselben Individuum öfters Schwankungen zeigt.

Bezüglich des Baues des Laubes sehen wir unter den meisten Arten grosse Uebereinstimmung. Mit Ausnahme von *Pl. Aitonia* nähern sich alle übrigen von mir untersuchten Arten am meisten den Gattungen Fimbriaria und Reboulia. Die Athemöffnungen sind nie

Digitized by Google

bedeutend erweitert und einfach. Doch tritt in letzterer Beziehung öfters eine Ausbildung hervor, die gewissermassen als ein Uebergang zu den canalförmigen Oeffnungen angesehen werden kann. Am jungen Laube nämlich und auch öfters am älteren (bei gedrungenem Wachsthume der Frons) sehen wir die sonst die Luftkammer in einfacher Schicht überwölbende Decke kaum gebildet, die die Oeffnung in concentrischen Kreisen umgebenden Zellen erscheinen theilweise unter einander geschoben (Fig. 6). Ein Canal ist also auch hier gebildet, aber die ihn begrenzenden Zellen sind sämmtlich Oberhautzellen, die wie bei den einfachen Oeffnungen in concentrischen Kreisen geordnet sind.

Bei *Pl. Aitonia* sind die Oeffnungen ungemein klein (Fig. 2). Die Randzellen sind in Bezug auf Verdickung von den übrigen kaum verschieden und grenzen sich in Flächenansicht höchst undeutlich von den ringsum anliegenden Oberhautzellen ab, was in dem schiefen Verlauf der gemeinsamen Wände seinen Grund hat (Fig. 5), da diese in Folge dessen in Oberflächenansicht kaum gesehen werden. Sind dann, wie es ebenfalls vorkommt, nur vier Randzellen vorhanden und wird somit auch die radiale Anordnung derselben (Fig. 2) nicht mehr auffällig, da werden die Oeffnungen sehr leicht übersehen, um so mehr als auch die unter ihnen liegenden Luftkammern wegen ihrer geringen Tiefe kaum hervortreten.

In Betreff des Baues der Luftkammerschichte haben alle Plagiochasmen das Gemeinsame, dass sie aus mehrfach über einander liegenden höchst unregelmässigen Kammern und Gängen besteht, welche zunächst der Dorsalfläche am grössten sind und dann successive nach innen kleiner werden. Bei *Pl. Aitonia* erscheinen dieselben an Längs- wie Querschnitten (Fig. 4) sehr häufig in Form äusserst kleiner Intercellularräume, wie sie im gewöhnlichen Parenchym vorkommen und man könnte die Annahme, sie entständen durch Spaltungen in ursprünglich fest gefügtem Gewebe, kaum von der Hand weisen, wenn nicht die entsprechenden Verhältnisse bei den übrigen Arten gegen diese Deutung sprechen würden. Bei diesen nämlich tritt die Entstehung sämmtlicher Luftkammern durch secundäre Fächerung auch noch an älteren Thallustheilen sehr auffallend hervor (Fig. 10 a) und auch die hier ganz leicht zu verfolgende Entwicklungsgeschichte lässt über ihre Bildung keinen Zweifel.

Ich habe schon oben erwähnt, dass die Geschlechtsstände bei dieser Gattung nicht selbstständige (metamorphosirte) Zweige darstellen, sondern als dorsale Wucherungen des sie tragenden Thalluszweiges gedeutet werden müssen. Auf diese ihre Natur lässt sich schon aus dem Umstande schliessen, dass sie vom Scheitel entfernt und zu mehreren hinter einander auf der Dorsalseite der Mittelrippe stehen, eine vegetative Auszweigung an dieser Stelle aber bei keiner Marchantiee vorkommt. Aber auch die Entwicklungsgeschichte zeigt, das die Bildung des Blüthenbodens aus der dorsalen Fläche hinter dem fortwachsenden Scheitel und in einer Weise erfolgt, die ganz verschieden ist von der, wie wir sie bei Anlage einer Auszweigung beobachten.

Digitized by Google

Die von mir untersuchten Plagiochasmen haben (mit Ausnahme von *Pl. Aitonia*) männliche und weibliche Stände immer an demselben Zweige. In der Regel findet sich zuerst ein Antheridienstand und dann vor diesem nach der Spitze hin in einer Reihe hinter einander successive jüngere weibliche Stände. Aber es kommt auch vor, dass sich vorerst mehrere männliche wiederholen und dann erst die weiblichen folgen. Sehr selten aber scheint es vorzukommen, dass, wenn der Scheitel einmal zur Bildung eines Archegonstandes vorgeschritten ist (wenigstens in derselben Vegetationsperiode), er wieder zur Entwicklung von Antheridien zurückgreifen kann, da nur sehr selten vor weiblichen Ständen männliche gefunden werden.

Die Antheridienstände stellen ziemlich dichte, nach vorne ausgerandete oder selbst in zwei Hörner ausgezogene Scheiben dar, deren Oberfläche durch die kurzen Stifte warzig erscheint. Bei *Pl. cordatum* und allgemein, wo die Laubaxe gegliedert erscheint, stehen sie im ausgebuchteten Vorderende des Gliedes, die Sprossfortsetzung mit beiden Hörnern umfassend: Sie entsprechen daher in Form und Lage dem innersten Theile des Buchtrandes eines sterilen Sprosses und es ist gar nicht zu zweifeln, dass auch an ungegliederten Arten die gleiche Form der mitten am Laube sitzenden Stände in dem Erhaltenbleiben der Form des fertilen Scheitelrandes ihren Grund hat.

Das jüngste mir untergekommene Stadium eines weiblichen Standes habe ich in Fig. 10 abgebildet. Ziemlich weit hinter dem Scheitel (v. Fig. 10 a) erhebt sich in einer nur nach vorne offenen Laubgrube ein Höcker. Nach rückwärts und in der Mitte befindet sich eine Archegonanlage. Eine andere noch jüngere steht vorne links (Fig. 10 b). Um den Höcker, und zwar ringsum stehen in zwei Kreisen schmale Schuppen (h). An der Oberfläche des Höckers sind schon die Grübchen als Anlage der Athemöffnungen vorhanden.

An etwas älteren Stadien finden sich drei Archegone, indem noch ein vorderes an der andern Seite des Köpfchens (für unser Object der rechten) angelegt wird. Zugleich werden die Archegone in Folge des Dickenwachsthumes des Höckers, das um die Archegone am geringsten, in seiner Mitte aber am stärksten ist, in ihrem basalen Theilen vom Rücken und den beiden Seiten her durch eine Art Ueberwallungsprocesses in spaltenförmige Gruben versenkt, deren Wandungen Theilen des ursprünglich an der Köpfchenoberfläche gelegenen Zellschicht (Oberhaut) entsprechen, was schon daraus hervorgeht, dass Athemöffnungen als Mündungen von Luftkammern sich dort vorfinden (Fig. 11). Indem derselbe Wachsthumsvorgang noch weiter eingehalten wird, werden die Archegone an die Unterseite der Scheibe (unter ihren Rand) geschoben und krümmen in dem Maasse ihre Hälse geotropisch nach oben.

Die Hülle bildet sich in der Weise, dass aus den Seitenrändern der Grube und in geringerem Masse auch vom Rücken her Gewebelamellen hervorwachsen, welche sich bis zur Berührung nähern (aber nicht verwachsen!), so dass nur der Archegonhals hervor-

Digitized by Google

sieht (Fig. 14). Somit erfolgt die Bildung der Hülle auch ohne Befruchtung des Archegons*). Bei der Fruchtbildung aber vergrössert sich dieselbe vorzüglich durch Streckung des Gewebes ungemein und die junge Frucht liegt nun in einer weiten Höhle, deren Raum sie anfangs nur zum geringsten Theile ausfüllt (Fig. 16). Schon in diesen Stadien der Fruchtbildung und ebenso an reifen Früchten beobachtet man eine, wie mir scheint, bis jetzt ganz übersehene Eigenthümlichkeit der Hülle: Wie schon aus dem oben Mitgetheilten hervorgeht, bilden sich die sogenannten Klappen der Hülle aus den beiden Seitenrändern der (in Bezug auf den Fruchtkopf) radial gestreckten Grube (Nische), in welche schon die unbefruchteten Archegone versenkt werden. Es berühren sich dieselben unterhalb der jungen Frucht innig, und bilden eine Art Naht, und es sieht eine derart geschlossene Hülle dem entsprechenden Gebilde bei Targionia auffallend ähnlich. An Schnitten nun, welche die Frucht und Hülle quer treffen (Fig. 17), und ebenso bei geeigneter Präparation (Fig. 16) hat es ganz den Anschein, als ob die beiden Ränder der Klappen eingeschlagen wären. Weiters findet man immer an der Unterseite der jungen Frucht und genau innerhalb der Klappenränder ein blattartiges, unregelmässig gelapptes und äusserst zartes Schüppchen (Fig. 16, 17, 18 sch). Verfolgt man nun die Entwicklung der Hülle, so zeigt es sich, dass diese beiden scheinbar ganz von einander unabhängigen Bildungen derselben Ursache, und zwar der ungemein starken Gewebestreckung beim Wachsthume der Hülle ihre Entstehung verdanken. Die Sache verhält sich nämlich folgendermassen: Wie schon oben erwähnt, wird die grubenförmige Vertiefung, in welcher die Archegone stehen, durch einen Ueberwallungsprocess hervorgebracht, und ist daher als eine Einsenkung der Oberfläche zu betrachten, was schon daraus hervorgeht, dass die Oberhaut sammt ihren Athemöffnungen bis an die Basis des Archegons reicht (Fig. 11). Dieses direct dem Blüthenboden angehörige Gewebe bildet nun selbstverständlich den basalen, den Archegongrund umfassenden Theil der Hülle, dessen starkes Wachsthum bei der Vergrösserung der Hülle einen nicht unwesentlichen Antheil nimmt. In Folge dieses Wachsthums werden nun auch jene in die Grube mündenden Luftkammern bedeutend vergrössert (Fig. 12, 13, 15), dabei aber auch die Athemöffnungen bedeutend gedehnt. Wenn man an Stadien, welche etwa den in Fig. 15 dargestellten entsprechen, die Innenfläche eines Hülllappens (einer Klappe) betrachtet, beobachtet man öfters eine breite, oft die ganze Breite desselben durchsetzende, unregelmässig verlaufende, aber immer vom Hüllenrande nach ein- und aufwärts verlaufende Spalte. Ich glaube nicht, dass sie durch Dehnung einer einzigen Athemöffnung entsteht, sondern

*) Man findet embryolose und abgestorbene Archegone in solche Hüllen eingeschlossen fast an jedem Fruchtköpfchen, da sich sehr selten drei Früchte ausbilden. Allerdings aber scheint es, dass die Hüllenbildung um ein unbefruchtet gebliebenes Archegon nur stattfindet, wenn überhaupt im Köpfchen eine Fruchtanlage vorhanden ist, da ich nie habe Receptacula auffinden können, wo alle drei Archegone embryolos – doch die Hüllen vorhanden gewesen wären. An solchen Scheiben erscheinen die Archegone einfach unter den Rand geschoben und in die spaltenförmigen Gruben versenkt.

Digitized by Google

glaube, dass bei der allgemein starken Streckung auch eine Trennung der Oberhaut zwischen benachbarten Athemöffnungen stattfindet, dass somit die Spalte durch die Vereinigung mehrerer derselben, die in der Richtung des durch die Streckung erzeugten Zuges gelegen sind, zu Stande kommt, und dass in gleicher Weise auch benachbarte Luftkammern zu einer Lücke sich vereinigen. Je weiter nun die Streckung fortschreitet, desto weiter wird die Spalte, die Ränder entfernen sich also immer mehr und werden nun auch in ihrer Lage verschoben. Die Gewebelagen, welche ursprünglich die Decke der Luftkammern bildeten, werden dadurch zu scheinbar selbstständigen Bildungen und stellen einerseits die eingeschlagenen Ränder der Klappen, anderseits jenes blattartige, der Frucht anliegende Schüppchen dar.

Ich glaubte, auf die Entstehung dieser eigentlichen Bildungen desshalb genauer eingehen zu müssen, weil man bei blosser Betrachtung des fertigen Zustandes leicht verführt werden könnte, jenes Schüppen als eine rudimentäre Perianthbildung aufzufassen, umsomehr, als auch manche Ansichten jüngerer Zustände (Fig. 13 b) eine solche Deutung zu unterstützen scheinen.

Ich habe schon oben der Hüllschuppen Erwähnung gethan, die schon zu einer Zeit sichtbar werden, wo der Blüthenboden noch kaum deutlich hervortritt. Jede Schuppe entsteht durch Auswachsen einer Oberhautzelle. Es bildet sich zuerst ein aus einer Zellreihe bestehendes Haar, deren mittlere Zellen dann aber sehr starkes Breitenwachsthum zeigen. Die Schuppe wird so in der Mitte oft ungemein breit, verschmälert sich aber spitzen- und grundwärts und erscheint immer mit sehr schmaler Basis inserirt. Die Schuppen stehen im Allgemeinen in zwei Kreisen, und sind sämmtlich ziemlich gleich gebildet. Bei der Bildung des gemeinsamen Stieles wird ein Theil derselben (dem inneren Kreise angehörig) mit dem Fruchtkopf in die Höhe gehoben, ein Theil aber bleibt an der Basis des Stieles, diesen scheidig umfassend, zurück.

Der Stiel zeigt — als rein dorsale Wucherung — selbstverständlich keine Ventralfurche. Sein Querschnitt hat die grösste Aehnlichkeit mit dem Querschnitte eines bündellosen Moosstämmchens: An der Peripherie mehrere Schichten sehr dickwandiger Zellen mit gebräunten Wänden, nach innen succesive dünnwandiger werdende Zellen mit hellen Wänden.

Das Sporogon wird bis nahe zur Sporenreife von der Kalyptra umhüllt. Es zeigt einen ziemlich mächtigen Bulbus, an dem die Kapsel ohne merklichen Stiel aufsitzt. Die Kapselwand besteht in der unteren Hälfte aus dünnwandigen Zellen, in der oberen sind anguläre Verdickungen vorhanden, doch ist die Grenze keine scharfe, und es greifen diese beiden Gewebe vielfach unregelmässig zahnförmig zwischen einander. Der obere Theil zerfällt dann zur Zeit der Sporenreife in unregelmässige Platten, während der untere aus dünnwandigen Zellen bestehende Theil als Urne zurückbleibt, deren Rand unregelmässig gezackt erscheint, wobei die Zacken das eine Mal durch die in die obere Hälfte vorspringenden dünnwandigen Gewebepartien gebildet werden, während das andere Mal Partien des oberen Kapseltheiles mit dem dünnwandigen Gewebe der Urne in Verbindung geblieben sind.

Digitized by Google

Auch die Kapsel der Plagiochasmen zeigt eine Art Deckelbildung, indem am Scheitel derselben eine kreisrunde Gruppe von Zellen ziemlich scharf hervortritt (Fig. 19). Unter ihr liegen dann noch zwei Lagen von dünnwandigen Zellen, so dass also am Scheitel die Kapselwand aus drei Zellschichten besteht.

Die Elateren der Plagiochasmen sind häufig verzweigt. Bei den von mir untersuchten Arten zeigen sie überall spiralige Verdickung, während Gottsche*) für *P. intermedium* den Mangel von Spiralfasern und die starke gleichmässige Verdickung der Wand ausdrücklich hervorhebt.

2. Sauteria, Peltolepis, Clevea. Tafel II.

Die hier nach dem Vorgange Lindbergs**) als Repräsentanten dreier Gattungen aufgeführten Pflanzen wurden früher der Gattung Sauteria eingereiht. Es sind dies:

1. Die von Nees v. E.***) als *Sauteria alpina* beschriebene Form, die ihm nur in weiblichen Exemplaren bekannt war, von der aber Bischoff †) schon früher die männlichen Triebe ganz gut abgebildet hatte. Sie wurde später als diöcische Form der *Sauteria alpina* bezeichnet und findet dermalen in der Gattung Sauteria ihren Platz.
2. Die von Sauter††) als *Sauteria quadrata* beschriebene Pflanze. Gottsche unterschied sie als monöcische Form der *S. alpina*; ihre von violetten Lacinien umsäumten Antheridienstände stehen wie bei Fimbriaria dicht hinter dem Fruchtstiel. Lindberg und mit ihm Limpricht betrachten sie als Repräsentanten der Gattung *Peltolepis* (*grandis*).
3. Die von Lindberg †††) anfangs als *S. suecica* beschriebene und nun als *Clevea hyalina* bezeichnete Pflanze, die vor Allem durch die, wie bei den Plagiochasmen aus der Mitte des Laubes entspringenden und oft zu mehreren hinter einander gereihten Fruchtstiele ausgezeichnet ist.

Da die drei Pflanzen in vegetativer Beziehung ungemein ähnlich sind, so sollen sie hier gemeinsam besprochen werden:

In Bezug auf den Habitus der Pflanzen und den Bau ihres Laubes weiss ich der ganz ausgezeichneten Beschreibung Nees's kaum etwas Bemerkenswerthes beizufügen. Wie schon dieser scharfe Beobachter bemerkt, nähert sich die Pflanze (*S. alpina*) in ihrem ganzen Aussehen wie auch im Baue der Luftkammerschichte viel mehr gewissen Riccieen. Namentlich kommt diesbezüglich *Corsinia* und *Oxymitra* in Betracht. Von der ersteren hat sie das zarte

---

*) De mexikanske Levermosser pg. 360.

**) Botaniska Notiser 1877 pg. 73—78. Ich kenne die Abhandlung nur nach dem Aufsatze Limpricht's in Flora 1880, Nr. 6, wo auch die weiteren Charaktere der drei Gattungen angegeben sind.

***) Naturgeschichte . . . . Band IV.

†) Ueber die Lebermoose N. A. Vol. XVII. 2, pg. 1015, als *Lunularia alpina* beschrieben.

††) Flora 1860 Nr. 22.

†††) Hedwigia 1866 Nr. 3 (Ausgegeben in G. und R. Hep. eur. sub Nr. 347).

Digitized by Google

hellgrüne Laub und die hinfälligen farblosen, und wie mir scheint regellos stehenden Ventralschuppen, von letzterer die engen tief gehenden Luftkammern und den fast übereinstimmenden Bau der Athemöffnungen (Fig. 18).

Auf Querschnitten durch das Laub scheinen die Luftkammern in mehreren Etagen übereinander zu liegen, so dass das Bild des Querschnittes nicht unähnlich ist dem von *Ricciocarpus natans*. Der Grund liegt aber hier nicht in der Fächerung der primären Kammern durch Diaphragmenbildung, sondern theils in dem Auftreten secundärer Kammern, wie häufig bei *Corsinia*, vorzüglich aber in dem ungemein schiefen Verlauf derselben, wodurch nothwendiger Weise mehrere eigentlich hintereinander liegende zum Durchschnitte kommen (Fig. 2—4, 6). Daher sieht man denn diese Etagenbildung auch nicht an den noch ungestreckten Thallustheilen (Fig. 8), und wechselt sie auch an älteren Stücken in Bezug auf Mächtigkeit so ungemein, da sie natürlich durch alle Momente, welche das Gesammtwachsthum beeinflussen (wie trockene oder feuchte Standorte etc.) modificirt werden kann. So fand ich von gewissen (wie es scheint trockenen) Standorten die Luftkammern nur sehr wenig schief verlaufend, nach der Dorsalseite des Thallus hin aber bedeutend erweitert, und mit der von der Athemöffnung durchsetzten Oberhaut blasig über die Oberfläche hervortretend; von anderen Standorten sind diese blasigen Auftreibungen gar nicht vorhanden, die Luftkammern verlaufen sehr schief gegen die Oberfläche und in Folge dessen wird auch die durch den Ansatz der Kammerwände hervorgebrachte Areolation der Dorsalfläche kaum bemerkbar. Dies ist namentlich der Fall an den schmalen bandförmigen Culturtrieben, bei welchen die Längstreckung oft einen solchen Grad erreicht, dass die Athemöffnungen bis zur Unkenntlichkeit verzogen werden, und sammt der dazu gehörigen Luftkammer nur wie eine flache, der Oberhaut eingesenkte Grube erscheinen (Fig. 17). Dies Alles gilt in ganz gleicher Weise für alle drei Formen, die auch im Baue der Athemöffnungen übereinstimmen. Allerdings fand ich die letzteren bei Clevea gedrängter stehend, etwas enger, die sie umsäumenden Wandpartien stärker verdickt und die Verdickungsmassen nach rückwärts schärfer abgegrenzt, als dies bei Sauteria und Peltolepis in der Regel der Fall ist; aber namentlich bei ersterer Form findet man häufig genug auch Triebe, welche in allen diesen Verhältnissen mit Clevea übereinstimmen. Ueberhaupt stellt sich Sauteria als eine höchst interessante Mittelbildung zwischen Peltolepis und Clevea dar. Ich habe erstere von verschiedenen Standorten untersucht, und namentlich der von Sauter beschriebenen Originalpflanze vom Untersberge bei Salzburg meine Aufmerksamkeit zugewendet. Wie mir Dr. Sauter schreibt, findet sich diese Pflanze gemeinsam mit *S. alpina* dort am Grunde der mehrere Fuss tiefen Schneetrichter; kommt aber meistens nur steril vor. „Sie unterscheidet sich von letzterer Art auffallend durch dunklere Färbung und einen eigenthümlichen Fettglanz“. In vegetativer Hinsicht ist ein Unterschied, der eine selbst nur specifische Trennung von *S. alpina* nothwendig machen würde, wohl kaum anzugeben. Wohl ist die Pflanze meist viel robuster, und reichlich gabelig verzweigt, auch die Athemöffnungen sind

Digitized by Google

in der Regel etwas abweichend: Bei *S. alpina* sind die Oeffnungen kleiner, die Randzellen stärker verdickt, die Verdickungen schärfer begrenzt; bei Peltolepis (*S. quadrata*) sind die Oeffnungen weiter, die Verdickungsmassen fehlen oft ganz, so dass die Athemöffnungen mehr denen von Duvalia ähnlich werden. Doch finden wir dies Alles auch bei der echten *S. alpina* und umgekehrt zeigt auch *S. quadrata* öfters einen dieser Art ähnlichen Bau.

Bei *S. alpina* erscheint das Laub seltener gabelig verzweigt. Wohl aber treten sehr häufig an der Ventralfläche kräftiger Triebe, und zwar immer nahe dem Scheitel und seitlich an der Mittelrippe Seitensprosse auf, die anfangs fast stielrund und dicht mit Schuppen und Rhizoiden besetzt, meist erst, wenn sie unter den Muttertrieb herausgetreten sind, die Lamina entwickeln und auch erst an dieser Stelle die Luftkammerschichte und die Athemöffnungen ausbilden. Ausnahmslos finden sich diese Ventralsprosse an dem mit einem Fruchtstande abschliessenden Triebe und sind auch meistens in der Mehrzahl vorhanden, und ich finde dieselben an den Pflanzen der verschiedensten Standorte immer männlich. Sie sind meist klein, zur Zeit der Fruchtreife kaum über die Laubfläche des Muttertriebes hervortretend (Fig. 1) und sie gleichen somit in jeder Beziehung den ähnlichen Gebilden von Targionia, wo sie bekanntlich auch als die Träger der männlichen Geschlechtsorgane fungiren. Bei flüchtiger Betrachtung scheinen sie mit jenen auch darin übereinzustimmen, dass sie auch hier gewissermassen als Zwergsprösschen mit der Bildung des Antheridienstandes abschliessen, der unmittelbar vor der stielförmigen Basis ausgebildet erscheint (Fig. 2). In der That sieht man auf Längschnitten an dieser Stelle eine scharf umgrenzte, hell erscheinende Partie Gewebes, die den (nach Entleerung der Antheridien) mit Zellgewebe ausgefüllten Antheridienkammern entspricht, und man erkennt an der Dorsalfläche die ziemlich langen Stifte, in welchen die Ausführungsgänge jener Kammern verlaufen (verg. Fig. 7). Aber bei genauerer Betrachtung sieht man, dass vor dieser Gruppe entleerter Antheridien und bis an den Scheitel hin succesive jüngere sich finden, was uns zeigt, dass das Sprosswachsthum mit der Bildung jener ersten Antheridiengruppe nicht abgeschlossen wurde, sondern längere Zeit und fortwährend männliche Organe producirend thätig blieb. Eine andere Frage ist es aber, ob diese später angelegten Antheridien sich noch in derselben Vegetationsperiode und ob sie sich überhaupt weiter entwickeln? Die mir von verschiedenen Standorten zur Untersuchung vorgelegenen Pflanzen zeigten sich durchgehends im Stadium der Sporenreife und das fruchtende Laub zeigte alle Anzeichen des Absterbens. Es mag nun sein, dass auch die männlichen Sprösschen zu Grunde gehen, die Pflanze also ganz abstirbt, es wäre jedoch möglich, dass sie sich eben durch jene den Winter über erhält. Dass aber die Weiterentwicklung dieser männlichen Aeste auch noch in derselben Vegetationsperiode möglich ist, dafür sprechen die Beobachtungen, die ich an dem Materiale machen konnte, das mir durch Herrn Dr. M. Waldner aus dem Maltathale in Kärnten lebend war mitgetheilt worden. Die Pflanze war im September mit nahezu reifen Früchten gesammelt worden. Es fanden sich aber auch noch Jugendstadien von solchen und selbst

Digitized by Google

solche Stände, die erst die Archegonien geöffnet hatten (Fig. 10 u. 12). Entsprechend dem schon oben Erwähnten, fanden sich auch ausnahmslos die männlichen Sprösschen an der Ventralseite. Es fanden sich aber auch Exemplare mit gleich stark entwickelten Gabelzweigen *), deren einer mit einem jungen Fruchtstande abschloss, während der andere über der Mittelrippe und seiner ganzen Länge nach mit den Stiften der Antheridienkammern besetzt war. **) Ich hatte die Pflanze bis Ende November in Cultur und fortwährend bildeten sich (durch Auswachsen jener männlichen Zwergtriebe) lange bandförmige Sprosse, die in gleicher Weise mit Stiften besetzt waren. ***)

Nach dem eben Mitgetheilten wäre also *S. alpina* nicht als diöcisch, sondern als monöcisch und genauer (nach Lindberg) als autöcisch zu bezeichnen. Da ich die männlichen Sprösschen an allen mit einem Fruchtstande abschliessendon Trieben und zwar an Pflanzen der entferntesten Standorte auffand, so möchte ich wohl glauben, dass rein weibliche Individuen überhaupt nicht vorkommen. Ob männliche Individuen sich direct aus Sporen entwickeln können, wäre möglich, ist mir jedoch nicht wahrscheinlich, da sie sonst denn doch schon früher hätten beobachtet werden müssen. Ich glaube vielmehr, dass die von Lindberg und früher von Bischoff beobachteten männlichen Individuen von jenen kleinen Ventralsprossen herrühren, die, wie mir die oben erwähnten Culturen zeigten, in der That zu verlängerten und fortwährend Antheridien producierenden Trieben auswachsen, und dann durch Absterben der älteren Thallustheile wohl auch selbstständig werden können.

Wie *S. alpina* soll sich bezüglich der Stellung und Ausbildung der Antheridien auch Clevea verhalten. Ich habe nur weibliche Pflanzen gesehen, an denen aber die männlichen Zwergsprösschen nicht vorhanden waren. Clevea ist also in der That diöcisch.

Die früher als monöcische Form von *S. alpina* jetzt als *Peltolepis grandis* bezeichnete Pflanze trägt die Antheridien zu einem Stande zusammengestellt in der Regel unmittelbar hinter dem gemeinsamen Fruchtstiele (Fig. 5). Die Stifte sind seltener einzeln aus der Oberfläche

*) Die in der Frucht gesammelten Exemplare zeigen allerdings, wie ja auch die Beschreibungen angeben, selten gabelige Verzweigung. Der Grund liegt aber nicht darin, dass die Anlage von Gabelzweigen unterbleibt, sondern es kommt der scheinbar monopodiale Aufbau dadurch zu Stande, dass der eine Gabelzweig bald nach seiner Anlage in Folge der Bildung der weiblichen Inflorescenz sein Längenwachsthum einstellt und von dem anderen Gabelzweige überwachsen und zur Seite geschoben wird. Es steht daher der gemeinschaftliche Fruchtstiel in einer Bucht des Seitenrandes (Fig. 1), kann aber, wenn, was nicht selten geschieht, der ursprüngliche Seitenlappen undeutlich wird, auch ganz an den Seitenrand gerückt erscheinen (vergleiche Fig. 5).

**) Solche in ihrer ganzen Länge mit Antheridien besetzten Sprosse sah auch Bischoff und bildete sie auf Taf. LXVII, Fig. 24 ab; er wagte es aber nicht zu entscheiden, ob die hervorragenden Stifte wirklich Mündungen von Antheridienkammern oder nur stärkere locale Erhebungen der Oberhaut seien (l. c. pg. 1016), für welch' letztere Alternative dann aber spätere Beobachter sich aussprachen.

***) An diesen Culturtrieben hatten die Stifte oft die enorme Länge von 0·5 Mm. Es war nämlich auch in ihnen eine abnorme Gewebestreckung eingetreten, die am Laube einen so hohen Grad erreichte, dass die zu den Stiften gehörigen Antheridien weit nach rückwärts und mit ihrer Längsaxe horizontal gelagert erschienen (Fig. 4).

Digitized by Google

hervortretend, sondern mehr weniger und in der verschiedensten Weise untereinander verwachsen, aber mit ihrem Ende wohl immer frei abstehend. Es bilden sich auf diese Weise entweder ein Paar vielzackige oder mehrere wenigzackige Höcker, die dann in einer grubenförmigen Einsenkung des Laubes liegen und von wenigen schmalen (meist zwei Zellreihen breiten) Hüllschuppen umgeben werden. Es setzen sich aber die Athemöffnungen auch in dieser Laubeinsenkung fort, erheben sich selbst an den Höckern und treten öfters selbst noch über der Verwachsungsstelle der Stifte auf, bilden dort ebenfalls kleine höckerförmige Hervorragungen, so dass es oft schwierig ist, sie von den Enden unter sich verwachsener Stifte zu unterscheiden. In dieser Art der Ausbildung ist der Antheridienstand gar sehr dem der Fimbriarien ähnlich. In anderen Fällen aber ist er viel gedrungener gebaut. Fast wie bei Fegatella erhebt er sich als compacte Scheibe über die Lauboberfläche, die Stifte ragen nur wenig über die gemeinsame Scheibenoberfläche hervor, und die violetten, den Stand umsäumenden Lacinien sind viel zahlreicher*).

Es kommt auch öfters vor, dass mehrere Antheridiengruppen und jede für sich einen in oben geschilderter Weise ziemlich scharf abgeschlossenen Stand darstellend, hinter einander an derselben Axe auftreten, worauf dann diese mit einem Fruchtstande abschliesst oder vegetativ bleibt.

Fassen wir nun das betreffs der Stellung der Antheridien allen drei Gattungen Gemeinsame zusammen, so ergibt sich, dass in keinem Falle das Scheitelwachsthum des Tragsprosses durch die Antheridienbildung beeinflusst, respective gehemmt wird. Immer also stehen die Antheridien hinter dem Scheitel auf der Rückenfläche des Sprosses; sie können aber zu geschlossenen Gruppen (Ständen) vereinigt oder über die ganze Länge des Sprosses vertheilt sein. Die Bildung von Ständen, die, wie schon erwähnt, auch zu mehreren hinter einander vorkommen können**), haben auch andere typische Marchantiaceen mit Sauteria gemein; wir finden dies aber auch bei den riccienähnlichen Gattungen Corsinia, Ricciocarpus und Oxymitra. Die zweite Art der Vertheilung aber finden wir nur bei Riccia; und da wir diese Gattung wohl als den Ausgangspunkt für die Marchantiaceenreihe ansehen

*) Solche Individuen lagen wohl auch Lindberg bei Abfassung seiner Beschreibung vor. Ich lasse es dahingestellt, ob jene erst beschriebene Form mit minder geschlossenen Antheridienständen nicht vielleicht specifisch verschieden ist, und will hier nur bemerken, dass Limpricht (l c.) auch an der echten S. alpina einmal ganz ähnliche Verhältnisse beobachtete.

**) Würden nicht auch solche Fälle vorkommen und würde der Antheridienstand ausnahmslos dicht hinter dem Archegonstand auftreten, so könnte der Abschluss desselben nach vorne (und dies ist ja das Charakteristische des „Standes") wohl durch die Anlage der Archegone erklärt werden, so zwar, dass der antheridienbildende Scheitel eben nur durch die Archegonproduction in Anspruch genommen ist. Nun schieben sich aber zwischen zwei Antheridienstände und selbst öfters zwischen einem solchen und der weiblichen Inflorescenz grössere Laubstücke ein, welche in ihrem ganzen Bau auf eine längere vegetative Bildungsthätigkeit des Scheitels schliessen lassen.

Digitized by Google

dürfen, so haben wir hier offenbar den interessanten Fall einer Rückschlagsbildung vor uns *).

Anlage, Entwicklung der Antheridien und allgemein die Bildung der Stände weichen von der gewöhnlichen Entstehungsart nicht ab, und können hier füglich übergangen werden.

Die Antheridienkammern erscheinen nach Entleerung der Antheridien mit Zellen ausgefüllt (Fig. 7). Ueber den Ursprung dieser Zellen bin ich aber nicht vollkommen sicher. Da es nicht gelingt, die den einzelnen Kammern entsprechenden (sie erfüllenden) Gruppen herauszupräpariren und allem Anscheine nach die Verbindung derselben mit den noch erkennbaren Theilen der Kammerwände eine innige ist, so ist es wahrscheinlich, dass sie eben von diesen selbst herrühren, wobei es dann freilich auffallend ist, dass die Wandung der Antheridien so ganz unkenntlich werden soll, da sie doch, wie ich mich oft überzeugt habe, an der Reife nahen noch erhalten ist (Fig. 22). Weiters fand ich einmal eine ausgewachsene und noch mit Sperma erfüllte Antheridie, deren Wandzellen in Bezug auf Grösse und allgemeines Aussehen ganz jenen „Füllzellen" glichen, und es gelang mir auch, dieselbe vollkommen frei zu präpariren. Aber ich halte dies denn doch nur für einen Ausnahmsfall, und möchte auch bei Sauteria die Füllzellen lieber für Theile der Kammerwände halten.

Im Baue des Archegon- und des Fruchtstandes sind Sauteria und Peltolepis von einander nicht verschieden. Der auf einem bei Sauteria mit einer, bei Peltolepis mit zwei Ventralfurchen **) versehenen Stiele sitzende Fruchtknopf ist der Zahl der entwickelten Sporogone (1—6) entsprechend in Lappen gespalten. Es stellen diese Lappen bekanntlich die Sporogonhüllen selbst dar, die bei dem Umstande, als der ihnen zum Ansatz dienende Theil des Fruchtkopfes kaum breiter ist als das obere Stielende, in ihrer Gesammtheit gewissermassen den ganzen Fruchtkopf bilden, so dass ein eigentlicher Fruchtboden gar nicht vorhanden zu sein scheint. Während dem centralen, dem Fruchtboden anderer Marchantiaceen entsprechenden Theile die Luftkammern durchaus fehlen und ebenso auch keine Athemöffnungen vorhanden sind, sind die Hüllen mit Ausnahme eines schmalen, dem gemeinschaftlichen Stiele zugekehrten Theiles mit grossen Luftkammern versehen, welche an der Innenfläche der Hüllen in Form längsgezogener Spalten nach aussen münden.

An der Insertionsstelle des Fruchtknopfes an dem Stiele befinden sich ringsum ziemlich lange Hüllschuppen, die immer eine sehr schmale Insertion (1—2 Zellen) zeigen, dann sich aber manchmal ziemlich stark verbreitern. In früheren Stadien ist ihr Rand absatz-

*) Doch sind die beiden Stellungsverhältnisse durch Uebergänge verbunden. Ich fand nämlich mehrmals Formen, wo vor dem Antheridienstande und bis zum Scheitel hin einzeln stehende Antheridien vorhanden waren, die beiden Stellungsverhältnisse gewissermassen also an derselben Axe sich ausgebildet hatten. (Vergl. pg. 72 Anmerkung 1.)

**) Nees (l. c. Bd. IV, pg. 148) und Andere geben an, dass bei *S. alpina* öfters auch zweifurchige Stiele vorkommen. (?) *S. seriata* (Clevea) hat bekanntlich einen furchenlosen Stiel, worauf ich später zu sprechen komme.

Digitized by Google

weise mit Keulenhaaren besetzt, wie sie sich ja auch an Ventralschuppen finden (Fig. 15). Es zeigen diese Schuppen sehr lange dauerndes basilares Wachsthum, wie überhaupt das ganze Wachsthum derselben ein intercalares ist, da schon in den ersten Entwicklungsstadien das Spitzenwachsthum durch die sich entwickelnden Keulenhaare gehindert wird.

Ein wesentliches Merkmal ist es ferner, dass an der Basis des gemeinschaftlichen Fruchtstieles Hüllschuppen nicht vorhanden sind. Es gilt dies ebenso für Sauteria und Peltolepis mit endständigen, als auch für Clevea mit mitten auf dem Laube stehenden Fruchtstielen.

Das zur Reifezeit durch Verlängerung des Stieles aus der Hülle hervortretende Sporogon, dessen Wandschichte aus Ringfaserzellen besteht, wird bekanntlich in der oberen Hälfte in Lappen gespalten. Man hat diese Lappenbildung mit der Klappenbildung an den Jungermanniaceen-Sporogonen vergleichen wollen, da hie und da allerdings auch vier Lappen gebildet werden, obwohl eine Mehrzahl von solchen viel häufiger ist. Doch meiner Meinung nach ist zwischen diesen Vorgängen ein wesentlicher Unterschied. Dort, bei den Jungermanniaceen ist die Klappenbildung in den ersten Längstheilungen des Embryo schon angelegt, die Klappen sind gleich breit und haben glatte Seitenränder. Hier ist die Zahl wie Breite der Lappen sehr verschieden, die Seitenränder sind zackig und höchst unregelmässig, was Alles darauf hindeutet, dass die Trennung nicht an früher bestimmten Stellen erfolgt, und ich möchte diesen Vorgang viel lieber als eine durch Zerreissung erfolgte Lappenbildung, denn als ein klappiges Aufspringen bezeichnen.

Ueber die Entwicklung des Fruchtköpfchens hat schon Gottsche*) einige Mittheilungen gemacht. Er sah die Bildung eines Zäpfchens (direct hinter dem Scheitel), an dem Archegonien auftreten. „Auf einer weiteren Stufe fand ich den Zapfen zu einem kurzen dicken Cylinder (eigentlich einer halbkugeligen Scheibe) verändert, welcher an vier sich entgegengesetzten Punkten je ein Pistill (Archegon) trug, welches aus einer rundlichen Lücke gleichsam hervorragte.“ „Nun wächst der Obertheil dieses Cylinders in die Breite und die Pistille gelangen dadurch gleichsam unter den Rand einer sie überragenden Scheibe, welche den gemeinsamen Fruchtboden darstellt, an dem sich nun die eigentlichen Fruchtlappen mit ihren Hüllen entwickeln.“

Ich habe dieser Beschreibung nur wenig beizufügen. Die Fig. 10 ist dem jüngsten von mir gesehenen Stadium entnommen: Die Archegone stehen schon etwas unter dem Rande der Scheibe in einer seichten Grube, deren oberer, nach der Scheibenfläche gekehrter Theil die Mündungen der Luftcanäle zeigt, während an dem centralen Theil der Scheibe weder Luftkammern noch Athemöffnungen zu sehen sind.**) Es ist dies zweifellos schon ein sehr vorgerücktes Stadium und aller Anologie mit anderen Gattungen nach stehen die (drei bis vier) Archegone ursprünglich sehr nahe beisammen auf der Oberfläche einer schwach

*) Hep. europ. Nr. 347.

**) Bei Peltolepis sind in diesem Stadium auch in der Mitte der Scheibe noch kleine Luftcanäle und deren Oeffnungen vorhanden.

Digitized by Google

gekrümmten Scheibe, und ich zweifle nicht, dass die mit Athemöffnungen besetzten Partien sämmtlicher vier Grubenoberflächen (vergl. Fig. 21) der ursprünglichen Scheibenoberfläche entsprechen, die also ganz den Bau wie bei *Reboulia* etc. zeigen dürfte. Nun aber muss hier ein anderer Vorgang eintreten: Durch ein vorzüglich auf die Scheibenmitte beschränktes Dickenwachsthum werden die mit Athemöffnungen besetzten Theile weiter von einander entfernt und an den Rand gerückt, endlich durch Ueberwallung unter den Rand geschoben, was natürlich auch mit den Archegonien der Fall sein muss. Es kommen diese so in eine Grube zu liegen, welche nach unten (d. i. der späteren Stielseite) durch den ein selbstständiges Wachsthum zeigenden ursprünglichen Scheibenrand begrenzt wird. Mit dieser Grubenbildung ist die spätere Hülle schon angelegt, die also hier so wenig als bei den anderen Marchantiaceen als eine durch die Befruchtung bedingte Neubildung angesehen werden darf. Ein weiteres Stadium stellt Fig. 11 dar. Das schon einen Embryo (vergl. Fig. 12) einschliessende Archegon ist mit seinem ganzen Bauchtheile in die Grube versenkt. In der von Luftkammern durchsetzten Partie erfolgte diese Vertiefung durch intercalares Wachsthum, in der nach unten sehenden durch Randwachsthum, welches aber auch der ganze freie Aussenrand der Hülle zeigt (vergl. Fig. 11 bei α und Fig. 20). Dieses intercalare Wachsthum des über dem Archegone gelegenen Gewebes bewirkt nun, dass die Längsachse des jungen Sporogons mehr weniger nach abwärts geneigt wird, und selbst vertical zu stehen kommen kann, wogegen der Griffel in demselben Maasse eine (geotropische?) Krümmung nach aufwärts erleidet*) (vergl. Fig. 14).

Aus dem eben Mitgetheilten geht hervor, dass bei der Vergrösserung der Hülle zwei Momente mitwirken; erstens die Streckung des die ursprüngliche Grube bildenden Gewebes, und zweitens ein allerdings nicht sehr bedeutendes Randwachsthum. Durch ersteren Vorgang wird der von Luftkammern durchzogene Theil der Hülle gebildet und Folge dieser Streckung ist es auch, dass die Athemöffnungen erweitert und endlich zu Längsspalten verzogen werden, die sich an entwickelten Hüllen gar nicht mehr erkennen lassen; durch letzteren Vorgang entsteht der dünne, von keinen Luftkammern durchzogene Randtheil der Hülle.

Bei Sauteria und Peltolepis entspringt, wie schon erwähnt, der gemeinschaftliche Fruchtstiel immer aus einer Laubbucht, ist also ausnahmslos die unmittelbare Fortsetzung der Sprossaxe, und zeigt daher auch immer eine (oder zwei) Ventralfurchen.**) Bei Cleven

*) Dadurch wird offenbar an dieser Stelle das Wachsthum der Hülle gehindert, und vielleicht ist dies die Ursache, dass sie an ihrem Rande immer mehr verzogen wird, so dass die Mündung der Fruchtgrube endlich zu einer Längsspalte wird und die Hülle selbst den geöffneten Schalen einer Muschel ähnlich sieht.

**) Bei Peltolepis fand ich einmal einen sehr interessanten Fall abnormer Entwicklung: An der Spitze eines noch sehr kurzen und nur mit einer Ventralfurche versehenen Stieles sassen quer neben einander zwei junge Fruchtköpfchen auf; das eine etwas kleiner als das andere. Sie waren an der Basis unter sich und mit dem entsprechend verbreiterten Stiele verbunden und an den zugekehrten Seiten etwas abgeflacht.

Digitized by Google

aber steht derselbe mitten auf dem Laube,*) ist also nicht als directe Sprossfortsetzung zu betrachten und es fehlen ihm daher auch die Ventralfurchen. Während dort und bei allen übrigen typischen Marchantiaceen der die Archegone producirende Sprossscheitel der sich bei der Bildung des Fruchtkopfes betheiligt und dann bei der Stielbildung selbstverständlich mit emporgehoben wird, sehen wir hier den Fruchtkopf als rein dorsale Wucherung, also hinter dem Scheitel gebildet werden, der unbehindert weiterwachsen kann, und bei der Bildung des gemeinsamen Fruchtstieles gar nicht in Mitleidenschaft gezogen wird. Die Anlage der Archegonien und selbst die des Fruchtkopfes stimmt hier also ganz mit den ähnlichen Vorgängen bei *Corsinia* überein, und es besteht im Wesentlichen eigentlich nur darin ein Unterschied, dass bei letzterer Gattung die Stielbildung unterbleibt, der rudimentäre Fruchtboden also sammt den Archegonien in der Grube des Laubes versenkt bleibt. (Vergl. allgem. Theil pg. 29.)

Wie bei anderen Marchantiaceen (z. B. Fimbriaria) kommt es auch bei *Sauteria alpina* hie und da vor, dass mitten auf dem Laube sterile Fruchtböden gefunden werden. Sie stehen in einer seichten Grube des Laubes, sind von wenigen und verkümmerten Hüllschüppchen umsäumt und stellen halbkugelige, dem Laube aufsitzende Höcker dar, deren Oberfläche mit normalen Athemöffnungen besetzt ist. Meist konnte ich Archegonanlagen nicht erkennen; einmal aber fand ich deren zwei am basiskopen Rande der Scheibe, die in der Nähe jener die Athemöffnungen zeigte, während in ihrer Mitte solche nicht aufzufinden waren. Wir sehen aus dieser monströsen Bildung, dass die Anlage des Fruchtbodens auch bei *Sauteria alpina* ganz unabhängig vom Scheitel erfolgt, also auch hier als dorsale Wucherung aufzufassen, und somit die Einbeziehung des Scheitels erst ein späterer Vorgang ist.**)

Ich habe im Vorstehenden Clevea als eigene Gattung aufgeführt, obwohl Limpricht und Warnsdorf sie mit Sauteria vereinigen wollen, da angeblich auch in der Gattung

---

Das grössere Köpfchen zeigte drei, das kleinere vier Archegonien, die mit Ausnahme der zugekehrten Köpfchenseiten, die keine Archegone, auch keine Hüllschuppen zeigten, ziemlich gleichmässig über den Umfang vertheilt waren. Beide Köpfchen waren zusammen von einem gemeinschaftlichen Kranze von Hüllschuppen umgeben. Ueber die Deutung dieser interessanten Bildung vergleiche man den allgemeinen Theil pg. 31.

*) Auch bei *S. alpina* scheint der Fruchtstiel öfters etwas hinter dem Winkel der Endbucht zu entspringen, so dass also von dem Vorderrande seiner Insertion noch eine freilich sehr kurze Laubfortsetzung vorhanden zu sein scheint. Es ist dies aber ein späterer Zustand, der durch eine stärkere und etwas verspätete Gewebestreckung an der Stielbasis hervorgerufen wird, daher man auch die Stielfurche durch diesen vorgezogenen Laubtheil und bis an die Ventralseite der Pflanze verfolgen kann. An Jugendstadien ist der noch kurze Stiel ganz randständig. Nicht zu verwechseln mit diesem Zurückweichen der Stielinsertion ist der Fall, wo ein Ventralspross, unmittelbar unter dem Buchtrande entspringend, in der Richtung des Muttersprosses weiterwächst und somit eine directe Sprossfortsetzung zu sein scheint. Eine genaue Untersuchung zeigt aber sogleich den wahren Sachverhalt.

**) Bei *S. quadrata* findet man ebenfalls gar nicht selten am Laube in verschiedenen Entwicklungsstadien abgestorbene Stände. Eine interessante Abnormität mag hier beschrieben werden: Die Pflanze zeigte zwei kräftige Gabelsprosse, deren jeder an seinem Scheitel eine weibliche Inflorescenz und hinter derselben einen Antheridienstand trug. An der (scheinbaren) Gabelungsstelle (vergl. Fig. 5) war ein grösserer, aber

Digitized by Google

Plagiochasma Formen mit furchenlosen Trägern und solche mit einfurchigen vorkommen. Dagegen ist zu bemerken, dass meines Wissens keine einzige Plagiochasmaart Ventralfurchen im Träger zeigt. Anderseits halte ich aber die dorsale Stellung der Träger gegenüber ihrer apicalen für ein so wichtiges Merkmal, dass ich gar keinen Anstand nehme, bezüglich der generischen Trennung von Sauteria und Clevea dem Vorgange Lindberg's zu folgen.

3. Grimmaldia. Tafel III.

Die von mir untersuchte *G. barbifrons* stimmt im Bau des Laubes, der Anlage der männlichen und weiblichen Blüthenstände mit den nahe verwandten Gattungen Duvalia und namentlich Reboulia im Wesentlichen durchaus überein. Betreffs des Baues der Luftkammerschichte sei nur erwähnt, dass auch hier die primären Luftkammern durch secundäre Bildung unvollkommener Scheidewände gefächert werden, so dass die Begrenzung der einzelnen Kammern, d. i. die Kammerwände gegenüber den unvollkommenen Scheidewänden nicht mehr scharf hervortreten, und daher in Horizontalansicht der Oberhaut viel mehr Felder sichtbar werden als es den ursprünglichen Luftkammern entsprechen würde, daher auch die Zahl der Athemöffnungen gegenüber jenen Feldern sehr zurückbleibt. Als ein Unterschied gegenüber Reboulia mag angeführt werden, dass die unvollkommenen Scheidewände die Zellen der den Athemöffnungen zugekehrten Ränder häufig papillös ausgewachsen zeigen (Fig. 9), was ich bei Reboulia nicht beobachtet habe.

Das mir aus Meran zugekommene lebende Material war zum Studium der Anlage der weiblichen Blüthenstände besonders günstig, und ich habe daher vor Allem auf diesen Punkt mein Augenmerk gerichtet.

Das jüngste Stadium, das mir überhaupt unterkam, ist in Fig. 1 abgebildet: Der Scheitelrand zeigt noch durchaus die Zellenordnung, wie wir sie am sterilen Scheitel finden. Hinter dem Scheitelrande war das Gewebe zu einer kaum merkbaren kuppenförmigen Erhebung aufgetrieben, deren Basis von einem Kranze gegliederter Haare *) umsäumt war, deren Ursprung aus gewöhnlichen Oberhautzellen sich vollkommen deutlich erkennen liess. Am dorsalen Abfalle des Höckers standen quer neben einander zwei Archegonien, welche die Innenzelle gebildet hatten und am Scheitelrande selbst, aber etwas seitlich, war noch eine jüngere Anlage sichtbar, die aus dem unmittelbar aus der Scheitelrandzelle abgeschnittenen dorsalen Segmente entstanden war. Es geht aus diesem Präparate hervor, dass der Höcker mit den Archegonen und den ihn umsäumenden Haaren an einem unverzweig-

---

abgestorbener Fruchtkopf. Hinter diesem, also an der Stelle, wo normal der Antheridienstand steht, waren zwei kleine quer neben einander, aber etwas entfernt stehende Höcker (jeder 0·03 Mm. Durchmesser) vorhanden jeder von einem Kreise schmaler Schuppen umsäumt und überdeckt. In dem einen Höcker fand sich eingesenkt ein junges (abgestorbenes) Antheridium; an der Basis des anderen und nach rückwärts stand ein halb erwachsenes Archegon.

*) Die später zu bandförmigen Schuppen („Fransen") auswachsen.

Digitized by Google

ten Scheitel, und zwar hinter dessem Scheitelrande an der Dorsalseite entsteht, und somit als eine rein dorsale Bildung betrachtet werden muss. Da ferner die beiden rückwärts liegenden Archegone gegenüber dem nach vorne liegenden denn doch schon ziemlich weit entwickelt sind, also auch früher angelegt wurden und, wie die Gruppirung der Zellen unmittelbar hinter dem Scheitelrande zeigt, die das Längenwachsthum begleitenden Theilungen (durch schiefe dorsal- und ventralwärts geneigte Wände) jedenfalls später als die Anlage der Archegone noch stattfanden, diese dadurch also auch vom Scheitelrande entfernt werden mussten, und man ferner für das nach vorne liegende jüngste Archegon die Abstammung aus der jüngsten dorsalen Segmentzelle ganz deutlich erkennt, so ist wohl — namentlich in Bezug auf die entsprechenden Vorgänge bei anderen Gattungen — die Annahme gerechtfertigt, dass auch die beiden hinteren Archegone am Scheitelrande, und zwar aus primären, höchstens secundären Segmentzellen angelegt wurden, dass sie nur in Folge des noch weiter thätig gewesenen Scheitelwachsthums so weit nach rückwärts geschoben erscheinen, und dass auch die Bildung des Höckers gewiss nicht vor, wahrscheinlich aber erst nach der Anlage jener Archegone ihren Anfang nahm.

In Fig. 2 ist der Höcker (Blüthenboden) schon bedeutend grösser, in Fig. 5 sind an demselben schon die Athemöffnungen angelegt und die Insertion des Archegons erscheint fast an die Basis des Höckers verschoben.

Der Blüthenboden von Grimmaldia trägt drei oder vier Archegone. Im ersteren Falle, den ich ebenfalls beobachtete, findet man nach rückwärts nur ein, nach vorne zwei Archegone (Fig. 6), und der etwas ältere Blüthenboden hat dann die Form einer dreieckigen Scheibe, deren Ecken den Insertions-Stellen der Archegone entsprechen. Werden vier Archegone gebildet, so stehen auch nach rückwärts zwei Organe und die Scheibe erscheint viereckig. An dem in Fig. 1 abgebildeten Scheitel sehen wir ebenfalls rückwärts zwei Archegone, vorne nur ein einziges. Da diese Gruppirung der Archegone bei dreiblüthigen Blüthenböden von mir nie, weder bei Grimmaldia noch bei anderen Gattungen beobachtet wurde, so ist anzunehmen, dass hier die Anlage eines vierblüthigen Standes eingeleitet war, womit auch die bei allen anderen Gattungen beobachtete Thatsache übereinstimmt, dass die beiden vorderen Archegone nie gleichzeitig, sondern immer nach einander angelegt werden.

Auch die männlichen Blüthenböden werden unmittelbar hinter dem Scheitel angelegt. Nach Anlage der ersten Antheridien dauert nun das Längenwachsthum des Scheitels noch längere Zeit an, und er erzeugt während dieser Zeit fortwährend neue Antheridien. Ein in diesem Stadium im verticalen Längsschnitte getroffener Scheitel (Fig. 8) zeigt daher den Antheridienstand bis an den Scheitel reichend, und der etwas ausgebuchtete Vorderrand der Oberfläche der Antheridienscheibe ist zugleich der Scheitelrand, über welchen wie am sterilen Scheitel die jüngeren Ventralschuppen hinübergeschlagen sind, und namentlich bei sehr jungen Antheridienständen deren ganze Oberfläche überdecken. Die Antheridien zeigen in solchen Ständen akropetale Entstehungsfolge, und während die am meisten nach rückwärts liegenden (zuerst

Digitized by Google

entstandenen) schon nahezu ausgewachsen sind, finden sich unmittelbar hinter dem Scheitelrande noch einzellige, sich papillenartig über die Oberfläche erhebende Anlagen. Zugleich mit der Entwicklung und Ausbildung der Antheridie erfolgt aber auch deren Versenkung in Folge des starken Dickenwachsthumes des Laubes, das also in ganz gleicher Weise wie die Ausbildung der Geschlechtsorgane nach der Spitze (dem Scheitel) hin fortschreitet. Würde der Scheitel nach Sistirung der Antheridienbildung, also nach Anlage des Standes sein Längenwachsthum unausgesetzt fortsetzen, sein steriles Weiterwachsen also unmittelbar an seine fertile Thätigkeit anschliessen und somit das Dickenwachsthum in den fertilen Theilen (d. i. im Antheridienstande) unmittelbar in das in den nach vorne liegenden sterilen Laubtheilen eintretende übergehen, so könnte offenbar der Antheridienstand nach vorne keine scharfe Begrenzung zeigen, sondern es müsste seine Dorsalfläche (sowie bei den Riccien, Oxymitra und selbst bei Corsinia und Ricciocarpus) sich unmittelbar an die des nach vorne liegenden sterilen Laubtheiles anschliessen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Nach Anlage des Standes tritt eine Sistirung des Scheitelwachsthumes ein, während die Ausbildung des Antheridienstandes auch in den vorderen, hinter dem Scheitelrande gelegenen Theilen ungestört stattfindet. In Folge des dabei thätigen, die Versenkung der Antheridien bewirkenden Dickenwachsthumes wird nun der Rand der Antheridienscheibe emporgehoben und vom Scheitelrande entfernt. Wenn dieser später (was jedoch häufig nicht eintritt) sein Wachsthum wieder aufnimmt, so steht dann der Scheitelhöcker ganz an der Basis der Vorderseite des Antheridienstandes zwischen den ebenfalls theilweise mit emporgehobenen Ventralschuppen, und könnte wohl für eine aus der Ventralseite des Thallus entspringende Adventivbildung gehalten werden (Fig. 7). An solchen Sprossfortsetzungen wird nun häufig sogleich wieder ein Antheridienstand angelegt und es kann sich derartig die Bildung von Antheridienständen an derselben Axe mehrmals wiederholen, die dann unmittelbar (ich zählte bis zu vier) hintereinander liegend, nur durch tiefe Einschnitte des Laubes von einander getrennt sind (Fig. 8).

Die Form des Standes ist nach dem Wachsthume der Laubaxe und der spärlicheren oder reicheren Antheridienbildung ziemlich verschieden. Bei gedrungenem Wuchse und an kräftigen Individuen haben die Stände die Form vorne ausgerandeter oder selbst tief halbmondförmiger Scheiben, fast so wie sie typisch bei vielen Plagiochasmen vorkommen; an schmächtigen Trieben werden sie langgestreckt elliptisch oder, nach vorne breiter werdend, dreieckig. Natürlich wechselt auch die Zahl der Antheridien. Es kann die Zahl auf 20, 30 ja noch mehr steigen, sinkt aber auch (ich beobachtete dies häufig bei der diesbezüglich sich ganz gleich verhaltenden Reboulia und zwar an aus Sporen erzogenen Pflänzchen) auf einige wenige, in welchem letzteren Falle dann auch die Stände winzig klein erscheinen. *)

*) Vergl. darüber das bei Reboulia Gesagte.

Digitized by Google

4. Reboulia Tafel III.

Im Baue des Laubes stimmt diese Gattung mit Grimmaldia überein. Die primären, durch Einsenkungen der Oberfläche entstehenden Luftkammern erscheinen anfangs als enge, tief in das Gewebe eindringende und nach aussen vom Anfange an geöffnete Canäle (Fig. 20), deren Erweiterung in Folge der sehr starken Gewebestreckung aber ungemein rasch vor sich geht, wobei in gleichem Maasse auch die Bildung der unvollkommenen Scheidewände (Fächerung der Luftkammern) fortschreitet. Diese Scheidewandbildung geht ebensowohl von dem Boden als den Seitenwänden der Kammer, ja auch von der Decke derselben (der Oberhaut) aus. Die bald breiteren, bald schmal bandförmigen, überhaupt äusserst unregelmässig ausgebildeten Lamellen (Fig. 21), wachsen also von allen Seiten der Kammer in den Innenraum hinein und schieben sich häufig bei einander vorbei. Durch alle diese Umstände, vorzüglich aber dadurch, dass auch die Seitenwände der Luftkammern an dieser Diaphragmenbildung betheiligt sind (Fig. 21), geht die Umgrenzung der Luftkammern an Längsschnitten ganz verloren, und die ganze Luftkammerschichte scheint in ein schwammförmiges, durchaus gleichartiges Gewebe aufgelöst. Ganz ähnlich wie am Laube verhält es sich auch am männlichen und weiblichen Receptaculum, an welch' letzterem die secundäre Fächerung der ursprünglichen Kammern noch viel schöner hervortritt (Fig. 19).

Reboulia ist eine der wenigen Marchantiaceen, welche Hofmeister untersucht hat und seiner Deutung des morphologischen Werthes der Geschlechtsstände zu Grunde legte.

Dass die Hofmeister'sche Auffassung — der weibliche Blüthenkopf „verdanke seine Entstehung der Entwicklung des Mitteltriebes des letzten vegetativen Sprosses, vorwiegend in die Dicke und Länge," wäre also nach unserer dermaligen Anschauung und Ausdrucksweise der metamorphosirte, zwischen zwei Gabelzweigen gelegene Mittellappen, — für Reboulia ebensowenig richtig ist als für Grimmaldia, zeigt die Fig. 15, wo man noch vollkommen deutlich den Rand des ungegabelten Scheitels erkennt, hinter dem auf einem kaum merkbaren Höcker ein Archegon steht. Um den Höcker stehen wie bei Grimmaldia (vergl. Fig. 1) Gliederhaare, die sammt dem Höcker in eine nach dem Scheitel hin unterbrochene, hier aber durch die heraufgekrümmten Ventralschuppen abgeschlossene Laubgrube (Scheitelgrube) versenkt sind. Das einzig sichtbare, ziemlich median liegende Archegon zeigt an, dass hier die Bildung eines dreiblüthigen Standes geplant war, wie denn auch die mir zur Untersuchung vorgelegenen Pflänzchen und auch die Mutterpflanzen, aus deren Sporen ich jene zog, fast ausschliesslich dreiblüthige resp. dreifrüchtige Stände zeigten.

Figur 17 zeigt einen älteren Höcker, der schon durch starkes Breitenwachsthum scheibenförmig geworden ist und in Folge dessen auch nicht mehr wie Fig. 15 den nach dem Scheitel hin convergirenden Verlauf der Zellreihen, sondern eine radiale Anordnung

Digitized by Google

derselben zeigt.*) Das rückwärtige Archegon liegt nicht in der Mediane,**) hat die Lage wie bei der Anlage vierblüthiger Stände (vergl. Fig. 1); von den beiden vorderen ist erst eines angelegt, das noch über dem Scheibenrande liegt, während die Insertion des rückwärtigen schon nach abwärts verschoben ist. (Vergl. Fig. 18.)

Ich möchte hier die Beschreibung eines abnormen Standes anschliessen, den ich an einem aus Sporen gezogenen Pflänzchen beobachtete, das in Fig. 14 rechts in natürlicher Grösse, links daneben etwas vergrössert dargestellt ist: An den zwei am Vorderrande gelegenen und durch einen Mittellappen getrennten Scheiteln waren Blüthenstände angelegt, am linksseitigen ein männlicher, rechts ein weiblicher. Der nach vorne ausgerandete, rückwärts zur Hälfte unter eine Laubfalte geschobene Antheridienstand zeigte einige wenige fast erwachsene und so schief gestellte Antheridien, dass sie unter jene Laubfalte und weiter nach rückwärts in das sterile Laubgewebe hineinreichten. An der Basis des Standes, so weit er durch jene (halbmondförmige) Laubfalte gedeckt war, entsprangen einzellige Papillen, ganz jenen ähnlich, wie sie die jungen weiblichen Stände umsäumen (Fig. 15), darunter waren aber auch einige schmal bandförmige, in der Mitte aus zwei Zellreihen bestehende Schuppen, die nach der Spitze hin in eine Zellreihe ausliefen, aber auch nur mit einer Zelle inserirt waren und somit ihre Gleichwerthigkeit mit jenen Papillen verriethen. Ueber die buchtförmige Ausrandung an der Vorderseite waren Ventralschuppen herübergeschlagen, die nach Deckung und Altersfolge ganz die Anordnung zeigten, wie sie an sterilen Scheiteln beobachtet wird. Der männliche Stand war also vollkommen normal entwickelt. Auch der weibliche Stand war in eine Laubgrube versenkt. Die Scheibe hatte einen Durchmesser von nur 0·05 Mm. und zeigte sich in Form und Zellanordnung ganz mit dem in Fig. 17 Dargestellten übereinstimmend, auch darin, dass nur zwei Archegone, und zwar ganz in derselben Stellung, wie sie jene Figur zeigt, vorhanden waren. Von diesem Stande entfernt und nach rückwärts, aber ebenfalls noch in der Laubgrube, stand nun ein einzelnes älteres Archegon, das nach der vom Blüthenboden abgekehrten Seite von einzelnen Haarpapillen umsäumt war, und die Oberhaut zwischen diesem und dem Stande war mit normalen Athemöffnungen besetzt. Wir haben hier also den Fall, dass das erste vom Scheitel gebildete Archegon nicht allein vor Bildung des Blüthenbodens angelegt, sondern auch später, nach Bildung des letzteren gar nicht in den Blüthenstand einbezogen wurde. Es erinnert uns diese Bildung an die Vorgänge bei Corsinia, wo ja ebenfalls die Archegone im Boden der

*) Es stellt dies Bild denn doch einen noch sehr jungen Entwicklungszustand dar, einen jüngeren als er meines Wissens je beobachtet wurde. Und doch könnte man nach solchen Stadien allein und ohne Kenntniss noch früherer Zustände (Fig. 15) absolut nicht sagen, in welcher Weise der Höcker entstanden sei, ob er ein Verzweigungssystem darstelle, eine dorsale Bildung, oder unmittelbar aus den Scheitelrandzellen hervorgegangen sei. Die Auffindung noch jüngerer Zustände ist aber um so schwieriger, als ihre Erkennung erst an sorgfältig und mit grosser Mühe hergestellten Präparaten möglich ist.

**) Was auch bei dreiblüthigen Ständen vorkommt. Vergl. Plagiochasma.

Digitized by Google

Laubgrube gebildet werden und die Anlage eines (rudimentären, dem Receptaculum der Marchantiaceen entsprechenden) Höckers erst später stattfindet. *)

Dass die Anlage des Receptaculums an der Dorsalfläche des Laubes und hinter dem Scheitel, also ohne Betheiligung dieses stattfindet, dafür sprechen auch jene Fälle abnormer Bildung, wo dasselbe, ähnlich den normalen Blüthenböden bei Plagiochasma und Clevea, mitten am Laube gefunden wird. Es wurde dies von Voigt beobachtet und ich habe neuerdings in meinen Culturen solche Bildungen öfter gesehen. Der nicht ganz einen Millimeter Durchmesser erreichende Blüthenboden hatte an normaler Stelle drei oder vier Archegone, die fast vollkommen erwachsen schienen, aber vor der Oeffnung des Halses abgestorben waren.

Wenn kein Archegonium des Standes sich zur Frucht entwickelt, so stirbt das Receptaculum ab, und die Archegone werden einfach unter den Scheibenrand geschoben und stehen in einer flachen Grube, und bleiben somit nach der Stielseite hin völlig frei.

Ist aber auch nur ein einziges Archegon des Standes in Fruchtbildung begriffen, so beginnt die Bildung der Hüllen an allen, auch jenen, in denen kein Embryo vorhanden ist. Dies erste Stadium der Hüllenbildung ist eigentlich nur die Fortsetzung jenes Ueberwallungsprocesses, der die Verschiebung der Archegone auf die Unterseite der Scheibe zur Folge hatte und sich nun in der Weise äussert, dass die Grube, in der das Archegon steht, vertieft und auch nach unten bis auf einen engen Spalt verschlossen wird. Das früher lappige Receptaculum wird nun wieder kreisrund und sieht nun wieder vollkommen den ähnlich entwickelten Scheiben von Duvalia (Taf. IV Fig. 20) durchaus gleich. Die als „fleischige Scheide“ (Hofmeister) die Kalyptra umschliessende Hülle besteht bis zu diesem Stadium nur aus dem Gewebe des Receptaculums, ist daher (wie bei Sauteria) von den Luftkammern durchsetzt, die natürlich theilweise auch auf der Innenseite der Hülle münden. Nur an dem den Grund der Calyptra umfassenden Scheidenrande beobachtet man den Beginn der eigentlichen Hüllenbildung, indem die Scheidenränder zu dichten, von keinen Luftkammern durchsetzten Lamellen auswachsen. Die mit der Entwicklung der Frucht gleichmässig fortschreitende Ausbildung der Hülle geht nun in der Weise vor sich, dass einmal die Randlamellen sehr stark wachsen, anderseits aber auch der durch das Gewebe des Receptaculums gebildete Theil sich sehr stark streckt, durch welche beide Vorgänge die Fruchthöhle natürlich vergrössert wird. Beides tritt auch an den, sterile Archegonien umschliessenden Hüllen ein, doch hört hier das Wachsthum sehr bald auf und die keine Frucht umschliessende Hülle bleibt vielmals kleiner als die fertile, ist jedoch auch an entwickelten Fruchtköpfen noch immer ganz leicht zu erkennen.

Die Antheridienstände von Reboulia hat auch Hofmeister**) aber nur im entwickelten Zustande untersucht. Hofmeister beschreibt sie als halbmondförmige gedunsene

*) Heft IV, pg. 55
**) l. c. pg. 59.

Digitized by Google

Polster, welche der Mittellinie vegetativer Sprossen, am häufigsten solcher, welche einen Fruchtkopf tragen, aufgesetzt sind. Er glaubt, sie als „schwach entwickelte Sprossen" betrachten zu müssen, da ihre Aussenseite häufig rudimentäre Blätter trägt. Ich habe aber schon oben erwähnt, dass die bandförmigen Schuppen, welche häufig rückwärts und beiderseits an der Basis des Standes oder selbst an seinen steil abfallenden Seiten inserirt sind, auf jene ursprünglich einzelligen Papillen zurückzuführen sind, welche auch die jungen weiblichen Receptacula umgeben (Fig. 1, 15), und die zweifellos als aus Zellen der dorsalen Oberhaut entstanden gedeutet werden müssen und ihr Analogon nicht in den „Blättern" (Ventralschuppen), sondern in den Haarbildungen haben, welche die Antheridiengruppen von Oxymitra so auszeichnen, oder die bei manchen Riccia-Arten die Basis der „Antheridienstifte" umgeben. Wohl findet man am steil abfallenden Vorderrande des Polsters öfters wahre Ventralschuppen inserirt, und die Insertionen reichen höher hinauf als der etwa vorhandene Scheitelhöcker (Fig. 7 a v). Es ist dies aber eine Folge der starken Verschiebungen, welche bei der Ausbildung des Vorderendes der Antheridienscheibe nothwendigerweise eintreten müssen. Wie bei Grimmaldia ist auch bei Reboulia ein Weiterwachsen des Scheitels möglich, der selbst wieder eine sterile Laubfläche entwickeln kann, in welchem Falle dann die Antheridienstände in Nichts von denen der Plagiochasmen verschieden sind.

Aus der Beschreibung Hofmeister's wie auch aus den Abbildungen Bischoff's*) geht nicht mit Sicherheit hervor, ob die Antheridienstände mit den weiblichen an derselben Auszweigung (also wie bei Fimbriaria und Peltolepis) [Sauteria]) stehen, oder einer eigenen Auszweigung angehören (wie bei Duvalia). Nees**) hingegen bemerkt ausdrücklich, dass sie den weiblichen Blüthenböden nahestehen, aber immer auf anderen Endtrieben. Diese Stellung finde auch ich an monöcischen Pflanzen fast ausnahmslos eingehalten und kann diese Angabe noch in einigen Punkten vervollständigen:

Der Anlage eines Blüthenstandes geht, so weit meine Erfahrungen reichen, in der Regel eine Gabelung des Sprossscheitels unmittelbar vorher, und beide Gabelzweige legen bald nach ihrer Entstehung Blüthenstände an. In der Regel kommt es nun vor, dass der eine Gabelzweig männlich, der andere weiblich ist, woraus dann die von den früheren Beobachtern angegebene Stellung resultirt (Fig. 12, 14), es können aber auch beide Scheitel dasselbe Geschlecht produciren.

Besonders schön sah ich diesen Zusammenhang zwischen Gabelung und Anlage der Geschlechtsstände an den schon oben erwähnten, aus Sporen gezogenen Pflanzen. Die im Mai ausgesäten Sporen hatten sich bis Anfangs October zu kleinen, aber noch durchaus ungetheilten Pflänzchen entwickelt. Nun trat eine Gabelung ein In vielen Fällen legten beide Gabelzweige sogleich Geschlechtsstände an (Fig. 14); in anderen — es waren dies

*) Nova acta XVII, Taf. LXIX.

**) l. c. Bd. IV, pg. 200.

Digitized by Google

die stärkeren Pflänzchen — waren diese Gabelzweige noch steril und erst die kurz darauf eingetretene abermalige Gabelung hatte — und zwar an allen vier so entstandenen Scheiteln — zur Anlage von Blüthenständen geführt (Fig. 13).

5. Fimbriaria (incl. Rhacotheca) Taf. IV.

Diese Gattung zeigt in vegetativer Beziehung nichts Eigenthümliches. Ich will diesbezüglich nur erwähnen, dass die Verzweigung theils als Gabelung, theils als ventrale Sprossbildung auftritt und dass, wie es scheint — und wie es ja auch bei anderen Gattungen vorkommt — die reichere Ausbildung des einen Verzweigungsmodus ein Zurücktreten des anderen bedingt.

In Bezug auf den Bau des Laubes zeigen die meisten Fimbriarien den Typus von *Reboulia:* eine mächtige aus unregelmässigen und unter sich vielfach communicirenden Höhlungen bestehende Luftkammerschichte. Auch hier entspricht (mit Ausnahme von *F. pilosa*) die Zahl der Athemöffnungen nicht der Zahl der durch den Ansatz der Kammerwände entstehenden Felder und, obwohl ich bei dieser Gattung die Entwicklung der Luftkammern nicht verfolgt habe, zweifle ich doch nicht, dass auch hier der Grund in der secundären und unvollkommenen Fächerung der zuerst angelegten Kammern gelegen ist.

Die Athemöffnungen sind in der Regel nicht sehr erweitert; doch hängt dies, wie es scheint, fast nur von dem mehr oder minder gedrungenen Wuchse des Individuums ab und es können diesbezüglich selbst an derselben Pflanze vielfache Verschiedenheiten platzgreifen. Bei *Rhacotheca* z. B. sind am jungen Laube die Athemöffnungen vollkommen deutlich (Fig. 1). Später aber wird ein grosser Theil derselben fast ganz geschlossen, während andere sich noch weiter öffnen. Ich habe in Fig. 2 und 3 zwei Athemöffnungen abgebildet, die dicht neben einander und an älterem Laube gelegen waren; die eine (Fig. 2) zeigt nur einen ganz winzigen Porus, die andere (Fig. 3) erscheint ziemlich weit geöffnet. In jedem Falle aber treten diese Organe in Flächenansicht der Oberhaut nur wenig auffällig hervor, wozu auch der Umstand beiträgt, dass in einzelnen etwas vergrösserten Oberhautzellen mächtige Oelkörper*) sich finden, und diese Zellen in ihrer Lage eine gewisse Beziehung zu den durchscheinenden Luftkammern zu zeigen scheinen; lauter Umstände, welche die Auffindung der Athemöffnungen erschweren.

Das auf die Mittelrippe beschränkte interstitienlose Gewebe zeichnet sich bei Rhacotheca durch enge und stellenweise sehr stark verdickte Zellen aus, die noch die Eigenthümlichkeit besitzen, dass ihre Wände mit sehr dicht gestellten und engen Porencanälen durchsetzt sind.

---

*) Die übrigens in allen Gewebeschichten angetroffen werden.

**) Bei Rhacotheca findet man häufig am fruchtenden Laube ventrale Sprosse, die selbst wieder Geschlechtsorgane tragen. Die kürzeren tragen den Antheridienstand am Scheitel, längere haben vor der männlichen auch die weibliche Inflorescenz.

Digitized by Google

Die meisten Fimbriarien scheinen monöcisch zu sein. Der gemeinsame Fruchtstiel entspringt in der Regel aus der Laubbucht des Vorderrandes (Fig. 4) und dicht dahinter in einer grundwärts verengten Grube steht der Antheridienstand. Für jene Fimberarien, bei denen die männlichen Stände noch nicht beobachtet wurden, ist es wahrscheinlich, dass sie an kleinen ventralen Sprossen (wie bei Sauteria) auftreten, und vielleicht sind auch die „männlichen Pflänzchen" der diöcischen Arten auf eine solche ventrale Sprossbildung der „weiblichen" Pflanze zurückzuführen.

Die Antheridienstände zeigen in ihrem Baue nichts Eigenthümliches. Erwähnen möchte ich nur, dass die Mündungen der Antheridienkammern selten in längeren Stiften, sondern am Scheitel oft sehr flacher Höcker münden, und dann ganz den Athemöffnungen ähnlich sehen. Ich habe in Fig. 5 für *Rhacotheca* ein Stück der Oberfläche eines jungen Standes abgebildet: In der Gruppirung der die Oeffnungen umgebenden Zellen sind die Mündungen der Antheridienkammern von den Athemöffnungen absolut nicht zu unterscheiden, und erst bei tieferer Einstellung, wo in Verfolgung des Canales endlich der Durchschnitt der Antheridien (in der Figur punktirt) hervortrat, konnte man sich darüber Gewissheit verschaffen.

Die ersten Stadien der Bildung des weiblichen Köpfchens hatte ich leider nicht Gelegenheit zu untersuchen. Die jüngsten mir (bei Rhacotheca) untergekommenen Stadien zeigten die (3—4) Archegonien schon unter den Rand der halbkugeligen Scheibe hinabgedrückt und in eine flache Grube versenkt. Auch hier vollzieht sich dieser Vorgang wie bei *Sauteria* durch eine vorzüglich von der Dorsalfläche aus fortschreitende Ueberwallung, wodurch es auch hier geschieht, dass die Wand der Grube nach dieser Seite hin die Anlage von Athemöffnungen zeigt. Ein wesentlicher Unterschied von jener Gattung besteht aber darin, dass diese Ueberwallung nicht so wie dort nur an jenen Theilen der Scheibe sich geltend macht, wo Archegonien stehen, sondern vorerst gleichmässig an der ganzen Peripherie der Scheibe stattfindet. Es werden also nicht blos die Insertionen der Archegonien über den Scheibenrand auf die Unterseite geschoben, sondern es trifft dieser Vorgang die ganze dorsale Partie des Scheibenrandes. Es bleibt in Folge dessen die kreisförmige Contur des Scheibenumfanges vorerst vollkommen erhalten*). Von der Unterseite betrachtet, erscheint der peripherische Theil der Scheibe in Form eines stark convexen, mit Athemöffnungen besetzten Ringwulstes, in dem die Archegoniengruben eingesenkt erscheinen (Fig. 8, 9). Der mittlere vertiefte Theil der Scheibe greift etwas unter jenen Ringwulst hinein, setzt sich aber noch ausserdem an den mit den Archegonien alternirenden Stellen in kurze, radial verlaufende Aussackungen fort (v in Fig. 9), in welchen die Rhizoiden ihren Ursprung

*) Während sie bei Sauteria schon mit der beginnenden Ueberwallung und entsprechend den sich bildenden Hüllen in Lappen ausgezogen wird.

Digitized by Google

nehmen und die dann, unter dem Rande des Ringes verlaufend, endlich in die Ventralfurche des Stieles eintreten. Es verdient weiter bemerkt zu werden, dass die Gruben, in welchen die Archegonien sitzen, nicht ringsum gleich hoch sind, sondern sich nach dem Scheibencentrum verflachen, so dass bei Ansicht von unten das Archegon grossentheils freiliegt und nicht so wie bei *Sauteria* durch eine auch an dieser Seite vor sich gehende Gewebewucherung gedeckt erscheint (man vergl. Fig. 6 und 8 mit Fig. 11 der Tafel II). Dieser Mangel einer Deckung von der Stielseite her wird nun aber ersetzt durch die Bildung des Perianthiums, welches schon vor der Befruchtung als Ringwall an der Basis des Archegons erkennbar ist (Fig. 6 und 8).

Bei *Fimbriaria pilosa* und *Rhacotheca*, wo ich diese Verhältnisse studirte, findet in dem Falle als keine Befruchtung eintritt, eine merkbare Weiterentwicklung der Hülle und des Perianths nicht statt, und es bleibt daher das Archegon nach der Stielseite (und nach unten) ungedeckt. Nach erfolgter Befruchtung aber tritt eine Weiterentwicklung der beiden Hüllen ein. Bezüglich des Perianths verhalten sich sämmtliche Fimbriarien ziemlich gleich. Es überwächst sehr bald das befruchtete Archegon und ist schon zur Zeit als das Sporogon noch von der Kalyptra umschlossen ist, vollkommen entwickelt. Bekanntlich stellt es einen, Anfangs nur an der Spitze durch einen kleinen Porus geöffneten Schlauch dar. Später bilden sich unterhalb seiner Spitze Längsrisse und es sieht so, wie N e e s treffend bemerkt, wie eine Fischreuse aus. In vielen Fällen behält es diese Gestalt bis nach dem Oeffnen der Kapsel, daher die Sporen durch jene Spalten heraustreten müssen. Ich glaube, dass dies auch der normale Vorgang ist und dass die gänzliche Trennung des Perianths in fransenförmige Lappen (durch Verlängerung der Spalten bis an den Scheitel des Perianths) wohl immer erst secundär, erst nach dem Oeffnen der Kapsel stattfindet.

Bezüglich der Entwicklung der Hülle scheinen sich aber die Fimbriarien nicht gleich zu verhalten. Bei *F. pilosa* ist sie nach der Stielseite immer gespalten, die Ränder sind unregelmässig gelappt und klaffen entweder (Fig. 7) oder schliessen mehr oder weniger zusammen; seltener greifen sie selbst etwas übereinander. Bei *Racotheca* aber und namentlich auffallend bei *Fimbriaria africana* ist die Hülle auch an dieser Seite vollkommen geschlossen (Fig. 24). So dürfte es auch nach G o t t s c h e's Zeichnungen bei *F. Lindenbergiana* und *F. Wallichiana* der Fall sein.

Die Kapseln der Fimbriarien sind kugelig und sitzen auf einem sehr kurzen, am Grunde in einen ziemlich mächtigen Bulbus übergehenden Stiele, so dass dieser eigentlich nur wie eine Einschnürung zwischen Kapsel und Bulbus erscheint. Die Kapselwand besteht in ihrem oberen Drittel aus durchaus gleichen isodiametrischen Zellen, deren senkrecht auf der Oberfläche stehende Kanten verdickt sind („Zwickelmaschen"), nach unten sind die Zellen aber etwas in die Länge gestreckt und sehr dünnwandig. Jener obere (Scheitel-)Theil der Kapsel wird zur Reifezeit in Form eines Deckels abgehoben. Es geschieht dies nicht durch

Digitized by Google

Zerreissen, sondern durch Ablösen der Zellen, da die den Deckelrand einnehmenden Zellen und ebenso die des Urnenrandes durchaus unverletzt sind*).

Bei *Fimbriaria pilosa* fand ich einmal mitten am Laube und vor einem normal entwickelten Antheridenstand, in eine Grube des Laubes versenkt, einen verkümmerten Archegonstand, an dem nach rückwärts ein nahezu ausgewachsenes, nach vorne und seitlich ein ganz junges Archegon vorhanden waren. Der Blüthenboden wie die Archegone waren tief braun, und das Ganze zeigte den Charakter abgestorbenen Gewebes. Es wurde also die Ausbildung des Blüthenbodens bald nach seiner Anlage gehemmt und der Laubscheitel konnte sich wieder vegetativ weiter entwickeln. Es zeigt dies wieder, dass die Anlage des Blüthenbodens h i n t e r dem Scheitel, also an der Dorsalseite erfolgt, und dieser erst secundär und nicht schon durch die A n l a g e jenes im Weiterwachsen gehemmt wird.

6. D u v a l i a. Taf. IV.

Während die sterilen Pflänzchen von *D. rupestris* sehr reichlich gabelig verzweigt sind, ist das Laub fruchtender Exemplare meist einfach. Der Grund liegt darin, dass trotz der reichlichen Anlage von Gabelungen an der geschlechtsreifen Pflanze eine vegetative Weiterentwicklung derselben desshalb nicht stattfindet, weil der grösste Theil oder alle entstandenen Scheitel durch die Ausbildung der männlichen und weiblichen Stände in Anspruch genommen werden. Ich habe zahlreiche im Stadium der Fruchtreife eventuell Fruchtbildung befindliche Pflanzen diesbezüglich untersucht, habe an manchen derselben bis sechs Scheitelpunkte gefunden, aber keiner derselben zeigte sich in vegetativer Weiterentwicklung, sondern war durch einen Antheridien- oder Archegon-, resp. Fruchtstand abgeschlossen (vergl. Fig. 21 und 22).

Neben dieser Endverzweigung zeigt die Pflanze auch ventrale Sprossbildung. Diese Sprosse treten, wie bei *Sauteria* und Anderen dicht hinter dem Scheitel auf. Sie scheinen vorzüglich nur dort gebildet zu werden, wo der Scheitel des Muttersprosses in Folge der Anlage eines Geschlechtsstandes nicht mehr weiter wächst. So erkläre ich mir wenigstens

---

*) Das Abheben des Deckels erfolgt, so weit meine Beobachtungen reichen, immer schon v o r der Trennung der Lappen des Perianths, und er bleibt daher vorderhand innerhalb desselben eingeschlossen. Da in normaler Lage Perianth und Sporogon nach abwärts gerichtet sind, so liegt der Deckel wie ein Schlüsselchen im vorderen (d. i. unterem) Perianthiumtheil, und ist bei eben geöffneten Kapseln mit einem Theile des aus denselben herausgetretenen Inhaltes erfüllt. Wäre das Perianth nicht vorhanden oder seine Lappen schon getrennt, so würde der Deckel und somit auch der grösste Theil der Sporen direct zu Boden fallen. Durch die oben beschriebene Einrichtung wird nun dies verhindert, und die Sporen müssen in kleineren Partieen und nach und nach durch die seitlichen Spalten hinaustreten, eigentlich durch die Wirksamkeit der Elateren hinausgeschoben eventuell hinausgeschleudert werden. Es ist also nicht der geringste Zweifel, dass der ganze Apparat eine allmälige Aussaat der Sporen bewirkt und somit der Pflanze schon desshalb nützlich ist. Vielleicht ist auch die ganze Einrichtung und speciell die Reusenbildung am Perianth in diesem Sinne zu deuten!

Digitized by Google

die Thatsache, dass ich diese ventralen Sprossungen immer nur dicht hinter dem Scheitel des Muttersprosses, und nie von diesem entfernt weiter grundwärts inserirt fand.*)

Duvalia ist, wie kaum eine andere Marchantiacee, zum Studium der Entwicklung der Luftkammerschichte geeignet. Es tritt hier die secundäre Fächerung der primären Kammern so auffällig hervor, dass schon Nees v. Es. dieselbe erkannte.**) Diese Fächerung geht vorzüglich von den Seiten- und Innenwänden der primären Luftkammern aus (Fig. 11 und 12), aber es werden häufig genug auch Zellen der Oberhaut mit einbezogen und namentlich dieser letztere Umstand bedingt es, dass die Zahl der in Dorsalansicht sichtbaren Felder (Luftkammern) um vieles grösser ist als die Zahl der Porenhöcker, welche Thatsache ebenfalls schon von Nees constatirt wurde.

Die einfachen Athemöffnungen zeichnen sich dadurch aus, dass die Randzellen ungemein zartwandig sind. Es gilt dies besonders für die unmittelbar den Porenrand begrenzenden Wände, die an auch verhältnissmässig noch jungem Laube so zart sind, dass sie sehr leicht übersehen werden können (Fig. 16). Diese zartwandigen Randzellen gehen auch später zu Grunde, was selbstverständlich zur Erweiterung der Oeffnung beiträgt.

Männliche und weibliche Stände finden sich immer an derselben Pflanze und sind ausnahmslos endständig (Fig. 21, 22), d. h. am Ende einer Auszweigung, und somit in einer Bucht des Vorder- oder Seitenrandes gelegen. Sie finden sich an diesen Stellen aber fast immer paarweise, und zwar entweder zwei Antheridienstände nebeneinander, oder ein solcher neben einem Archegonstand, während die Bildung zweier der letzteren Art von mir nicht beobachtet wurde, aber wohl ebenfalls vorkommen wird. Da nun jeder Geschlechtsstand ein Zweigende darstellt, so muss kurz vor Anlage der Geschlechtsorgane eine Gabelung stattgefunden haben.

Sind die beiden Gabelzweige verschiedengeschlechtig, so erscheinen die ihnen entsprechenden Stände vollkommen von einander abgegrenzt, ja es kann sogar der zwischen ihnen angelegte Mittellappen zur Ausbildung gelangen. Sind beide Stände männlich, so erscheinen sie oft getrennt, häufig aber auch in verschiedenem Grade mit einander verwachsen, und natürlich um so inniger, je früher die Anlage der Geschlechtsorgane nach erfolgter Gabelung eingetreten ist. So finden wir öfters die Stände nur am Grunde (d. h. nach rückwärts) verwachsen und der Doppelstand erscheint nach vorne in zwei Hörner ausgezogen, aber es kann auch vorkommen, dass beide Stände zu einer einzigen Scheibe zusammentreten, an welcher die Verwachsung nur mehr aus der Anordnung der Stifte erschlossen werden kann.

Der Fall, dass die beiden Gabelzweige weibliche Stände produciren, dass also in einer Laubbucht zwei Archegonstände stehen, eventuell aus derselben zwei gemeinschaft-

*) An den Adventivsprossen kann sich die Bildung von Geschlechtsständen wiederholen.

**) l. c. pg. 253. „ . . . in manche Höhlen ragen von unten abgebrochene Blätter oder Schnüre mehr grün gefärbter Zellen hinein.“

Digitized by Google

liche Fruchtstiele entspringen, wurde von mir nicht beobachtet. Dass diess aber vorkommen kann, ist selbstverständlich, und wahrscheinlich beruht darauf eine mir von Herrn Breidler überlassene Missbildung, die darin besteht, dass der am Grunde bedeutend dickere und mit zwei Ventralfurchen versehene Fruchtstiel sich in zwei einfache mit vollkommen entwickelten Fruchtköpfen versehene Stiele spaltet. Ich deute diese Bildung in der Weise, dass ich annehme, es wären hier beide Gabelzweige weiblich geworden, und es hätte eine theilweise Verwachsung derselben stattgefunden. Es würde also diese Abnormität den nur am Grunde verwachsenen Antheridienständen entsprechen.

Der einzelne Antheridienstand stellt eine etwas längsgezogene Scheibe dar, in deren Mitte die sehr kurzen Stifte emporragen. Er steht in einer nach vorne offenen Grube des Laubes und ist nur von wenigen Hüllschüppchen umgeben, wird aber bis zur Reifezeit von vorne her durch die herübergeschlagenen Ventralschuppen vollkommen gedeckt (Fig. 23). Da die Anlage und Entwicklung der Geschlechtsorgane ganz dem normalen Typus folgt, kann die Beschreibung hier übergangen werden und ich will nur eine ganz interessante Eigenthümlichkeit hier anführen. Die Ausführungsgänge der Antheridienkammern haben hier nämlich nicht glatte Wände, sondern die Wandzellen erscheinen vielfach in den Gang vorspringend (Fig. 17). Wir sehen hier also eine der Fächerung der Luftkammern ähnliche Bildung, die leichtverständlich wird, wenn wir erwägen, dass Antheridienkammer und primäre Luftkammer morphologisch eigentlich gleichwerthig sind.

Die jüngsten von mir beobachteten weiblichen Blüthenböden hatten die Form stark gewölbter kreisrunder Scheiben, an denen die drei bis vier gleichmässig über den Umfang vertheilten Archegonien schon unterhalb des Randes in grubenförmigen Vertiefungen vorhanden waren. Von der Unterseite betrachtet, zeigte die Scheibe in der Mitte die Stielinsertion, die durch den in Form eines Ringwulstes aufgetriebenen Scheibenrand in eine grubenförmige Vertiefung versenkt erschien, die so wie bei Fimbriaria sich ringsum etwas unter den Wulstrand und dann entsprechend der Zahl der fertilen (Archegonien bildenden) Stellen in kurze, radial verlaufende Furchen fortsetzte, aus denen die Zäpfchen-Rhizoiden entspringen, die der Peripherie der Vertiefung folgend, endlich in die Ventralfurche des Stieles einbiegen (Fig. 20).

Die gewölbte Oberseite der Scheibe und ebenso die Unterseite in der Erstreckung des Wulstrandes ist mit Athemöffnungen besetzt. Fast in gleicher Anzahl und Vertheilung mit diesen und ebenfalls an der Spitze kleiner Höcker findet man nun grössere, Oelkörper enthaltende Zellen (Fig. 14). Es treten diese selbstverständlich viel auffallender als die Athemöffnungen hervor, und dies ist auch der Grund, dass frühere Beobachter die „dunklen Punkte“ als die Vorstadien der später sich bildenden Athemöffnungen deuteten*). Die Athem-

*) Vergl. Nees l. c. Bd. IV, pg. 255.

Digitized by Google

öffnungen bilden später ihre Canäle aus und die unter ihnen liegenden Luftkammern werden in gleicher Weise wie an sterilen Laubtheilen durch unvollkommene Scheidewände gefächert (Fig. 15).

Von den Archegonien eines Standes werden selten alle befruchtet, oder gelangen wenigsten nicht sämmtlich bis zur Entwicklung reifer Sporogone, doch tritt an allen, auch den unbefruchtet gebliebenen das erste Stadium der Hüllenbildung ein. Es geschieht dies in der Weise, dass vom Scheibenrande und ebenso von den Seitenrändern eine Gewebelamelle das Archegon überwächst, während eine solche Wucherung von der Stielseite her nicht stattfindet. Es ist also die Hülle nach der Stielseite hin gespalten. Es wird aber später die Spalte durch die wechselweise übergreifenden Seitenränder der Hülle scheinbar geschlossen (Fig. 18, 19). Die Entwicklung der Hülle schreitet auch an unbefruchtet gebliebenen Archegonien so weit fort, dass diese ganz in dieselbe versenkt erscheinen (Fig. 19).

7. Fegatella. Tafel V.

Die grösste Zahl der im ersten Frühjahr und vor beginnender Vegetation untersuchten Pflanzen zeigt folgendes Aussehen:

Der Vorderrand des Triebes zeigt zwei Laubbuchten, durch welche von der Ventralseite her die röthlich gefärbten Spitzenanhängsel der Ventralschuppen auf die Dorsalfläche herüber ragen (Fig. 1 a). Zwischen diesen Buchten findet man einen fast walzigen Laubfortsatz, der sich bei genauerer Untersuchung als ein Spross mit nach der Dorsalseite stark eingerollten Seitenrändern herausstellt, und nicht etwa ein zwischen zwei Scheiteln gebildeter Mittellappen ist. Denn es befinden sich an seinem Vorderrande zwei Scheitel (er erscheint also an seiner Spitze gegabelt), während solche in den beiden an seiner Basis beiderseits gelegenen, von den Schuppenanhängseln überdeckten Laubbuchten in der Regel nicht gefunden werden.

Dies ist die häufigste Form des Knospenzustandes des Sprosses während der Winterruhe. Sie wird erreicht in der Weise, dass an dem in der Laubbucht des Vorderrandes gelegenen Scheitel vor Abschluss seiner Vegetation im Herbste eine Gabelung eintritt, und nun das gemeinsame Fussstück der beiden neu entstandenen Scheitel durch (intercalares) Wachsthum zu einem zapfenartigen Fortsatze verlängert wird, wodurch es geschieht, dass die Schuppenanhängsel, die früher die eine Laubbucht überdecken, nach rechts und links auseinander geschoben werden. Wenn dann im Frühjahre die Vegetation wieder aufgenommen wird und die beiden Scheitel, sich sogleich selbst wieder gabelnd (Fig. 1 c), ihr Wachsthum aufnehmen, verbreitert sich auch jenes gemeinsame Fussstück, und die früher eingeschlagenen Seitenränder werden flach gelegt. In Folge dieser Vorgänge werden auch die Schuppenanhängsel aus beiden an der Basis der Sprossfortsetzung befindlichen Buchten auf die Ventralfläche zurückgezogen (Fig. 1 d), und der Thallus zeigt nun ganz jene eigenthümliche Gliederung, wie sie bei den „aus der Vorderbucht sprossenden“ Plagiochasmen und häufig

Digitized by Google

auch bei Reboulia gefunden wird, und auch bei Preissia (hier freilich durch einen ventralen Adventivspross bewirkt) beobachtet werden kann.

Es ist dies, wie gesagt, die häufigste Form des Zustandes der Vegetationsspitze während des Winters. Aber es zeigt sich häufig genug der Vorderrand der Pflanze auch in anderer Weise ausgebildet: Manchmal findet man nämlich in einer der beiden an der Basis der Sprossfortsetzung gelegenen Buchten in der That einen Scheitelpunkt (Fig. 1 b). Es ist dies jedenfalls so zu erklären, dass man annimmt, dass der Ausbildung des Wintertriebes eine Gabelverzweigung unmittelbar vorausging, und nun nur einer der so entstandenen Scheitel die oben beschriebene typische Ausbildung erreichte. Erfolgt nun nach Anlage dieser Gabelung nicht sogleich die Ausbildung des Wintertriebes, d. h. wachsen die beiden Scheitel in der Weise der Sommertriebe, nämlich mit starker Verbreiterung ihrer Laubfläche weiter, so wird auch der zwischen ihnen befindliche Mittellappen deutlich erkennbar, und es erscheinen später in jeder der beiden Laubbuchten des Vorderrandes, die in diesem Falle aber durch einen bald grösseren, bald kleineren Mittellappen, und nicht durch einen Sprossfortsatz getrennt, und in denen nun in der That Scheitelpunkte vorhanden sind, die typischen Wintersprosse*). Es kann aber anderseits auch der Fall eintreten, dass es überhaupt nicht zur Bildung von Wintersprossen kommt. Es werden nämlich auch solche Thallomspitzen gefunden, an deren Vorderrande eine einzige Laubbucht (Scheitelbucht) vorhanden ist, oder deren zwei, die durch einen grösseren oder kleineren Mittellappen getrennt sind. In jeder Scheitelbucht findet man dann einen Scheitelpunkt, und es zeigt also der Vorderrand des Sprosses ganz dieselbe Ausbildung, wie er sie während des Sommers besitzt, und es scheint, dass in solchen Fällen die Entwicklung des Wintertriebes desshalb unterbleibt, weil zur Zeit, wo derselbe angelegt werden sollte, eine Gabelung des Scheitels eingetreten war.

Ich habe schon oben erwähnt, dass am Vorderrande des Wintertriebes zwei Scheitel vorhanden sind, und dass mit dem Wiederbeginne der Vegetation sogleich und ohne dass früher ein merkliches Längenwachsthum des Wintertriebes stattgefunden hätte, an jedem derselben eine abermalige Gabelung eintritt (Fig. 1 c), und nun erst eine Verbreiterung des gemeinsamen Fussstückes und überhaupt des gesammten Triebcomplexes platzgreift (Fig. 1 d). Durch zahlreiche Beobachtungen habe ich mich nun überzeugt, dass von diesen vier am Vorderrande des Wintertriebes befindlichen Scheiteln immer drei steril bleiben und gewöhn-

---

*) Diesen Zustand, so glaube ich, hat Hofmeister seiner Beschreibung (Vergl. unt. pg. 48) und Abbildung (l. c. Taf. XI, Fig. 19) zu Grunde gelegt. Ich bin aber nicht sicher, ob ich jene recht verstehe, da Hofmeister auch hier von seinen Vorstellungen über Verzweigung der Marchantiaceen beherrscht wird, nach welchen jeder Spross durch Verschmelzung dreier Triebe gebildet werden soll. Hofmeister sieht nämlich den Mittellappen, der die Scheitel der beiden Gabelzweige trennt, immer als die unmittelbare Sprossfortsetzung, d. h. als das eigentliche Ende der (relativen) Hauptaxe an. Die rechts und links an seinem Grunde befindlichen Scheitel (die, wie wir wissen, vor Anlage des Mittellappens durch Gabelung des ursprünglichen Scheitels entstanden sind) sind nach ihm dann Seitenzweige an jenem.

Digitized by Google

liche Laubaxen entwickeln, und nur einer einen Blüthenstand anlegt, und dass dieser fertile Scheitel an weiblichen Pflanzen immer einer der beiden inneren ist (Fig. 1 c, 1 d); ein Verhalten, das sehr an das bei Marchantia und Reboulia erinnert und dort nur durch die reichlichere Bildung von weiblichen Hüten (Taf. IX, Fig. 14) oder durch die Monöcie der Pflanzen (Taf. III, Fig. 13) modificirt ist.

Die erste Anlage des weiblichen Hutes erscheint hier, wie ja in allen Fällen, in Form einer höckerartigen Auftreibung hinter dem Scheitelrande. Dieser ist weder so stark eingebuchtet wie bei den Formen, wo der Blüthenboden an einem unverzweigten Scheitel gebildet wird (Taf. III, Fig. 1 und 15), noch so stark nach vorne convex, wie dort, wo er als Product eines Zweigsystemes aufgefasst werden muss (Taf. VII, Fig. 4 und 5., Taf. VI, Fig. 7 und 8); sondern ist ziemlich genau quer verlaufend und die Antiklinen zeigen daher weder eine auffallende Convergenz gegen den Scheitelpunkt, noch erscheinen sie fächerförmig nach auswärts gebogen, sondern verlaufen unter sich fast parallel (Fig. 2). Unter Berücksichtigung der Vorgänge am sterilen Scheitel würde man aus dieser Form des Scheitelrandes die Vermuthung schöpfen, dass man das jüngste Stadium einer Gabelung (wo immer nur eine Verbreiterung des Scheitelrandes bemerkbar ist und der junge Mittellappen von den beiden rechts und links liegenden Scheiteln noch nicht unterschieden werden kann) vor sich hätte. Aber es gelang mir nicht, in gleicher Weise wie bei Lunularia, Preissia und Marchantia eine allmälige, am Höcker beiderseits nach rückwärts fortschreitende Ausbildung des Scheitelrandes zu beobachten. Die nächsten Stadien, die mir unterkamen, zeigten den Höcker schon bedeutend vergrössert und einen gleichmässigen radialen Verlauf der Zellreihen, und ich könnte für eine allmälige, beiderseits von vorne nach rückwärts fortschreitende Ausbildung des Scheitelrandes vielleicht nur die Thatsache anführen, dass die Anlage der Hüllschuppen allerdings in diesen Richtungen vor sich geht.

Die Archegone werden am Blüthenboden verhältnissmässig spät sichtbar. Es erreicht dieser meist schon einen Durchmesser von 0.1 und mehr Mm., wenn ihre ersten Anlagen bemerkbar werden. Auch hier stehen sie auf der gewölbten Oberseite und sehr nahe dem Rande, aber es ist völlig unbestimmt, an welcher Stelle die ersten angelegt werden. Oefters erkennt man zuerst die des Vorder-, ein andermal die eines Seitenrandes, aber ich sah auch Blüthenböden mit nur einem am Hinterrande befindlichen Archegone. An Blüthenböden, wo schon sämmtliche (meist sechs) Archegone angelegt und in ziemlich gleichen Abständen über den Scheibenrand vertheilt sind, beobachtet man in gleicher Weise bald die vorderen, bald die hinteren, bald die eines Seitenrandes weiter entwickelt, und es gelingt durchaus nicht, eine bestimmte Entwicklungsfolge zu constatiren. Während die Ausbildung der Archegone fortschreitet, wird der Blüthenboden in dem Masse als er an Umfang gewinnt, auch immer stärker gewölbt. Die Archegone gelangen dadurch sammt dem fortbildungsfähigen ursprünglichen Seitenrande immer mehr an die Basis und endlich auf die Unterseite des halbkugelig gewordenen Hutes. Von oben betrachtet erscheint er nun als ein ziemlich regelmässiges

Digitized by Google

Polygon (nach der Zahl der Archegone als Fünf,- Sechseck u. s. f.), über dessen Seiten die jungen Archegone hervorsehen (Fig. 8 a). Wenn man nun denselben aber so dreht, dass die Insertionszelle eines Archegons im Querschnitte erscheint, so beobachtet man den Scheitelrand an dieser Stelle lappenartig vorgezogen, ganz in ähnlicher Weise, wie dies auch bei Marchantia der Fall ist (Taf. IX, Fig. 5) und was uns zeigt, dass an diesen Stellen das Randwachsthum stärker ist als zu beiden Seiten. Könnte man also den Blüthenboden so flach legen, dass der fortbildungsfähige (nun auf die Unterseite verschobene) Scheitelrand seine Peripherie bilden würde, so würde er allerdings auch als Polygon erscheinen, die Archegone würden aber an den Ecken (nicht an seinen Seiten) gestellt erscheinen. Wir sehen hier also ganz dasselbe Wachsthum platzgreifen, wie an den Blüthenböden von Marchantia, Preissia und Lunularia. Würde der Blüthenboden sich (etwa wie die männlichen Scheiben bei Marchantia und Preissia) flach scheibenförmig entwickeln, so hätte derselbe die Form eines 5—6strahligen Sternes, an dessen Strahlen je ein Archegon (bei den übrigen Gattungen eine Gruppe solcher) vorhanden wäre. In Folge des im Centrum desselben sich am stärksten geltend machenden Dicken- und Breitenwachsthumes werden die Strahlen Anfangs nach abwärts gekrümmt, dann nach unten eingeschlagen, und sind später in Folge der rings um die einzelnen Archegone sich entwickelnden Hüllen nicht mehr erkennbar.

Blüthenböden, an denen keine Frucht entwickelt wird, sterben sehr bald ab. Sie erscheinen in Folge der starken Entwicklung des sterilen Bruderzweiges an den Seitenrand desselben verschoben, und zeigen die Stelle ihres Vorhandenseins äusserlich durch eine oft kaum bemerkbare Einkerbung desselben an, da sie ganz von der durch Ueberwallung des Laubes gebildeten Hautfalte gedeckt werden (Fig. 3, 5), ausserdem aber auch die ihnen entsprechende Scheitelbucht bis zur Unkenntlichkeit verzogen erscheint.

Wenn man solche Blüthenböden von der Unterseite betrachtet, so haben sie die grösste Aehnlichkeit mit denen von Duvalia (Taf. IV, Fig. 20): Der Blüthenboden umfasst den centralen Stiel in Form eines stark gewölbten, von ihm nur durch eine tiefe, mit Hüllschuppen und Rhizoiden erfüllte Furche getrennten Ringwulstes, in welchem Radialspalten eingesenkt sind, aus welchen die Archegonhälse hervorragen. Die ganze Oberfläche dieses Wulstes ist mit Athemöffnungen besetzt und gibt sich somit als der Dorsalfläche angehörig, zu erkennen. Es finden sich diese Athemöffnungen auch an den die Archegone überdeckenden Gewebemassen (den jungen Hüllen), die, wie ein Durchschnitt durch dieselben lehrt, von Luftkammern durchzogen sind, woraus hervorgeht, dass die Hüllen wenigstens bis zu diesem Grade der Ausbildung ausschliesslich durch Wucherung des dorsalen Laubgewebes (der Luftkammerschichte) gebildet werden. Aber auch die mit der Fruchtentwicklung Schritt haltende Vergrösserung der Hüllen erfolgt nur durch starke Dehnung dieser Gewebsmassen. In Folge dessen werden natürlich auch die Luftkammern sehr stark gedehnt und die Athemöffnungen zu langen, vorzüglich in der Richtung dieser Dehnung ausgezogenen Spalten, und die Kammerwände erscheinen als übereinanderliegende, unregelmässig unter sich ver-

Digitized by Google

wachsene Lamellen. Es ist auch häufig die Hülle von Fegatella in diesem Sinne (als „durch Verwachsung der Hüllblätter entstanden") gedeutet worden, während sie, wie aus den obigen Auseinandersetzungen hervorgeht, mehr als bei irgend einer anderen Marchantiacee durch Wucherung der Luftkammerschichte gebildet wird.

Ich habe oben die Beobachtungen mitgetheilt, welche ich bezüglich der Anlage und Entwicklung des weiblichen Blüthenbodens gemacht habe, ohne auf die Deutung derselben einzugehen. Ist nun dieser so wie bei den übrigen mit einfurchigem Träger versehenen Gattungen als Bildung einer unverzweigten Axe anzusehen oder stellt derselbe wie bei Marchantia ein Sprosssystem dar? Ich gestehe, dass es mir nicht möglich ist, mich mit Bestimmtheit für die eine oder andere Ansicht zu entscheiden. Für erstere Deutung sprechen der einfurchige Träger (Stiel) und die einzelne Stellung der Archegone. Aber ich möchte daran erinnern, dass Lunularia, deren weibliche Receptacula ganz zweifellos einem Sprosssysteme entsprechen, im Träger gar keine Rinne besitzt, andererseits die Zahl der Archegone eines Specialblüthenstandes auch bei Marchantia und Verwandten veränderlich ist, und ja auch auf die Einzahl reducirt sein könnte, wobei ich, ohne übrigens darauf besonderen Werth zu legen, doch erwähnen will, dass auch bei Fegatella öfters zwei Archegone dicht neben einander gestellt gefunden wurden. Wenn man ferner bedenkt, dass bei allen übrigen mit einfurchigem Stiele versehenen Gattungen, soweit ich beobachten konnte, die akropetale Entwicklungsfolge der Archegone (vom Hinterrande der Scheibe nach vorne) so strenge eingehalten wird und die Anlage derselben in die frühesten Stadien der Höckerbildung fällt, und dass die Unregelmässigkeit in ihrer Entstehungsfolge und ihre verspätete Anlage gerade wieder bei Marchantia vorkommt, so möchte man sich lieber für die zweite Ansicht entscheiden, um so mehr, als das lappige Hervortreten des archegonbildenden Scheibenrandes ebenfalls dafür zu sprechen scheint. Auch möchte ich erwähnen, dass die Entwicklung der die Basis des Blüthenbodens umsäumenden Hüllschuppen mit ihrer Spitzenpapille und dem Spitzenanhängsel (Fig. 19), und ihr in Bezug auf Ort und Zeit die Anlage der Archegone bestimmendes Auftreten ebenfalls der Annahme des Vorhandenseins von mit dem Charakter von Sprossscheiteln versehenen Scheitelpunkten günstig ist. Aus der Form des Scheitelrandes zur Zeit des Sichtbarwerdens des Höckers lässt sich kaum ein sicherer Schluss ziehen, denn wir sehen weder die Convergenz der Zellreihen, wie bei einfachen Scheitelpunkten, noch deren fächerförmigen Verlauf, wie bei Anlage eines Mittellappens. Doch ist zu erwägen, dass, wie ich schon oben erwähnt habe, unter Berücksichtigung der Vorgänge an sterilen Scheiteln, aus der Form des in Fig. 2 dargestellten Scheitels, auch das Vorhandensein des jüngsten Stadiums einer Gabelung vermuthet werden könnte, wo ja in gleicher Weise vorerst nur eine Verbreiterung des Scheitelrandes bemerkbar ist und der Mittellappen gegenüber den beiden rechts und links liegenden Scheiteln noch nicht hervortritt. In Vergleichung mit Lunularia und Preissia würde man zur Ansicht kommen, dass, während bei ersterer Gattung die Gabelung des

Digitized by Google

fertilen Scheitels lange vor der Höckerbildung eintritt, bei letzterer mit dieser zusammenfällt (oder vielleicht ihr unmittelbar vorhergeht), hier dieselbe erst nach Anlage des Höckers erfolge und es liesse sich aus diesem Umstande wohl erklären, warum diese in dem schon angelegten Höcker vor sich gehende Gabelung in dem an seiner Basis gelegenen später zum Träger (Stiel) werdenden Gewebekörper nicht mehr zum Ausdrucke gelangt, dieser daher mit einer und nicht mit zwei Ventralrinnen versehen ist.

Ebenso schwierig wie die morphologische Deutung der weiblichen Blüthenböden ist die der männlichen. Ich habe mir aus der Beobachtung ihrer Jugendzustände eine bestimmte Ansicht nicht zu bilden vermocht. Wenn ich sie aber nichtsdestoweniger denen von Marchantia und Preissia gleichwerthig halte, so bestimmt mich dazu die centrifugale Entwicklungsfolge der Antheridien und der Umstand, dass die Hüllschuppen, die die Basis der Scheibe umsäumen (aber weil eingezwängt in den engen Spalt, den diese mit den sie überragenden Laubtheilen bildet, nur schwer gesehen werden können), ebenfalls, ähnlich den Ventralschuppen, mit Spitzenpapille und Anhängsel versehen sind.

Die durch erwachsene Antheridienscheiben geführten Querschnitte zeigen die tief in das weitmaschige Gewebe eingesenkten Antheridien. Darüber liegt nun eine aus viel kleineren, mit Chlorophyll erfüllten Zellen bestehende, ziemlich dicke Gewebelage, welche als eine Art Decke die Scheibe nach der Dorsalseite abschliesst. Sie ist von zahlreichen Luftkammern und den Ausführungscanälen der Antheridienkammern durchsetzt. Erstere münden durch canalförmige in seichten Gruben liegende Athemöffnungen (Fig. 13), letztere durch einfache, auf höckerförmigen Erhebungen gelegene Poren nach aussen. Es scheint also auf den ersten Anblick, dass hier die Luftkammerschichte der die Antheridienkammern bildenden Gewebelage aufliegt, dass also hier nicht, wie bei den übrigen Marchantiaceen, die Versenkung der Antheridien und die Bildung der Luftkammern gleichzeitig stattfindet und auf denselben Vorgang des Dickenwachsthumes zurückgeführt werden kann, sondern dass die Versenkung der Antheridien weitaus früher erfolgt, da die Luftkammern sich sonst auch abwärts in das die Antheridienkammern bildende Gewebe fortsetzen müssten (vergl. allgem. Theil pg. 42).

Eine genauere Untersuchung zeigt nun aber, dass das Letztere in der That der Fall ist, da aus den quergezogenen flachen Luftkammern enge Canäle (Fig. 13 L) nach einwärts führen, die öfters bis nahe an die Basis der Antheridien verfolgt werden können. Auch die Untersuchung von Jugendzuständen zeigt dasselbe (Fig. 11, 12): Immer beobachten wir, dass die grübchenförmigen Vertiefungen, welche den Beginn der Bildung der Luftkammern anzeigen, zugleich mit dem Beginne der Versenkung der Antheridien auftreten, dass in dem Masse, als letztere zunimmt, auch erstere vertieft werden, und diese somit in die Kammerwände der Antheridien eingreifen. Es ist nur eine Folge des durch das starke Dickenwachsthum der Antheridien und die dichte Stellung der letzteren erzeugten Seitendruckes, dass sie später bis zur Unkenntlichkeit zusammengedrückt werden und nur

Digitized by Google

in der oberen Decke, bis wohin die Antheridien nicht mehr reichen, und wo in Folge dessen auch ein geringerer Seitendruck wirksam sein muss, erhalten bleiben.

Die Sporen von Fegatella zeichnen sich durch ihre ansehnliche Grösse von denen aller eigentlichen Marchantiaceen aus und nähern sich in Form und Verdickung am meisten denen der Gattung Pellia. Auch darin besteht Uebereinstimmung, dass die Spore schon lange vor dem Verstäuben einen Zellkörper darstellt, dessen Ausbildung durch in drei auf einander senkrechten Richtungen erfolgende Theilungen Schritt für Schritt verfolgt werden kann. In einem früheren Entwicklungsstadium des Sporogons, wo Sporen und Schleuderer schon differenzirt sind, und auch schon an beiden die Verdickung erkennbar ist, erkennt man an den Sporen noch deutlich die drei (der Tetradenbildung) entsprechenden Kanten, und die drei ebenen Flächen erscheinen viel feiner granulirt, als die convexe. Beim Wachsthum der Spore geht ihre Tetraederform in die vollkommene Kugelform über und die Flächen fliessen zur gleichmässig gekrümmten Oberfläche zusammen, aber immer bleibt der den drei ursprünglich ebenen Flächen entsprechende Theil durch die feinere Granulirung des Exospor (Mangel grösserer Warzen) erkennbar.

Der Beginn der Keimung macht sich in einer gleichmässigen Volumvergrösserung der Spore bemerkbar. Nun bilden sich zwei bis drei Rhizoiden. Die Oberflächenzellen, die ihnen den Ursprung geben, sind in ihrer Lage an der Spore ungemein wechselnd; oft liegen sie ziemlich nahe aneinander, ein andermal liegen zwei sich diametral gegenüber. Es ist also die Ursprungsstelle des ersten Wurzelhaares, nicht so wie bei Pellia, an eine morphologisch bestimmte Stelle der Spore gebunden. An der Ursprungsstelle des Rhizoides erscheint das Exospor ungemein gedehnt, was an den über die Basis des Rhizoids hinaufreichenden braunen und nun entfernt stehenden Verdickungswärzchen erkannt werden kann, und nur selten beobachtet man eine deutliche Rissstelle. Ob das Eine oder das Andere eintritt, ob nämlich das Exospor bis zur Unkenntlichkeit gedehnt, oder durch das herauswachsende Rhizoid durchrissen wird, dürfte hier, wie in allen ähnlichen Fällen, nur von der Dicke des Exospor und von der Raschheit der Schlauchbildung abhängig sein.

Mit der Bildung der ersten Rhizoide geht eine Gestaltsveränderung der Spore Hand in Hand. Dieselbe wird, und vorerst nur durch Zellstreckung in der zenithwärts gekehrten Hälfte (Fig. 20) eiförmig, und die Spore erhält dadurch einen vertical stehenden schnabelartigen Fortsatz (Fig. 23), an dessen Spitze nun ein Scheitel bemerkbar wird, mit dessen Auftreten erst der Plagiotropismus zur Geltung kommt, indem die nun zuwachsenden Theile sich zum einfallenden Lichtstrahle senkrecht stellen, und zu gleicher Zeit ihre Dorsiventralität ausbilden. Im Gegensatze zu Marchantia, wo die Schuppenbildung an der Ventralseite lange vor der Anlage der Athemöffnungen beginnt, sehen wir hier die letzteren früher auftreten, ja schon zu einer Zeit, wo ein Plagiotropismus überhaupt noch gar nicht erkennbar ist (Fig. 22).

Digitized by Google

8. Lunularia. Taf. VI.

Die Individuen der in unseren Gärten häufigen und an den halbmondförmigen Brutknospenbehältern auf den ersten Blick erkennbaren Pflanze sind bekanntlich ausschliesslich weiblich. Schon im Mai bemerkt man in Seitenbuchten des Laubes, bald näher, bald entfernter vom Vorderrande (Fig. 3), die dicht von Hüllschuppen umgebenen und überdeckten Blüthenstände, die, je näher sie dem Vorderrande stehen, um so jüngere Entwicklungszustände zeigen.

In den Stadien, wo die Stände, wegen der ausgebliebenen Befruchtung der Archegonien, schon abgestorben sind (also in den vom Vorderrande am weitesten entfernten Seitenbuchten), stellen die Blüthenböden ziemlich flache, an ihrer Insertion nur wenig eingeschnürte Scheiben dar, unter derem Rande, in bald grösseren, bald kleineren, quergezogenen muldenförmigen Vertiefungen vier Gruppen von Archegonien sitzen (Fig. 12).

Ueber jeder Gruppe erscheint der Scheibenrand etwas lappig vorgezogen, und ebenso zeigt sich unter jeder Gruppe ein ähnlicher lappenartiger Vorsprung; — beides in Folge der beginnenden Bildung der Hülle. In diesem Stadium — das aber häufig gar nicht erreicht wird, indem die Stände früher absterben — erscheint die Scheibe also vierlappig. An etwas jüngeren Zuständen stehen die Archegone noch an der Oberseite der Scheibe und die vier Gruppen, weil sehr genähert, treten minder auffällig hervor, wohl aber sieht man, dass die ältesten Archegone am weitesten nach dem Scheibencentrum hin stehen, und dass von ihnen aus, nach dem Rande hin und selbst schon über diesen nach der Unterseite, und nach vier Richtungen successive jüngere Archegone vorhanden sind. Auch in diesem Stadium ist die Grubenbildung schon angedeutet, aber hier sind die (viel flacheren) Gruben nur Einsenkungen in der sonst gleichförmig gekrümmten Oberfläche des Scheibenkopfes; jene oben erwähnten lappigen Vorziehungen des oberen und unteren Grubenrandes (wie sie eben in Folge beginnender Hüllenbildung entstehen) sind noch nicht vorhanden. Sieht man solche Scheiben nun von oben an, so erscheinen sie ebenfalls (allerdings viel weniger deutlich) lappig, aber die Lappen (als die nicht vertieften Theile der Randpartien der Scheibenoberfläche) fallen nun zwischen die Archegongruppen, und sie sind es somit, die den sogenannten „Strahlen“ des Marchantiahutes entsprechen. Die in diesem Stadium sichtbaren Lappen entsprechen also nicht denen der späteren Stadien, sondern verschwinden, d. h. werden überwachsen und undeutlich durch die zwischen ihnen vom Grubenrande sich entwickelnden Hüllenanfänge.

Untersuchen wir noch jüngere Stadien, so erscheint die Scheibe kreisrund, die Archegone stehen ganz auf der Oberseite der an diesen Stellen nicht vertieften Scheibe, und es treten die vier Gruppen und die centrifugale Entwicklungsfolge in jeder derselben ganz deutlich hervor (Fig. 2).

Solche Zustände findet man aber nie mehr in Seitenbuchten, sondern nur in der Bucht des Vorderrandes, die aber von einer gewöhnlichen sterilen Laubbucht selbst bei Loupenvergrösserung absolut nicht zu unterscheiden ist.

Digitized by Google

Die Pflanze legt die ersten Blüthenstände schon im Spätherbste an: Es ist ausnahmslos, dass der Anlage eines solchen eine Gabelung des Scheitels vorausgeht, so zwar, dass der eine Gabelzweig steril weiterwächst, der andere aber zur Anlage des Blüthenstandes fortschreitet. Man kann also auf die Auffindung eines jüngsten Zustandes überhaupt nur dort rechnen, wo in der Vorderbucht zwei Scheitel vorhanden sind *).

Die beiden Scheitel liegen ungefähr in der Mitte der sehr steil abfallenden Vorderfläche, von unten her durch die bis an die Dorsalfläche übergreifenden Spitzenanhänge der Ventralschuppen überdeckt, von oben her durch das nur wenig vorgezogene dorsale Thallusgewebe überdacht (Fig. 4). Die Scheitelfläche hat also gewissermassen die Form einer dem steil abfallenden, Vorderrande eingesenkten Mulde, deren tiefste Stelle durch die Scheitelpunkte eingenommen wird. Das erste Anzeichen des Beginnes der Anlage des Blüthenstandes besteht nun darin, dass die Zellen des Scheitelpunktes eine fächerförmige Anordnung erkennen lassen, ganz so, wie wir es immer bei der Anlage einer Gabelung und der dadurch bedingten Bildung eines Mittellappens beobachten. Diese Veränderung in dem Aussehen des Zellnetzes ist offenbar der Ausdruck eines nun vorherrschenden Breitenwachsthumes, das sich nur auf Kosten des Längenwachsthumes geltend machen kann. Eine Folge davon ist es nun, dass das dorsale, die Scheitelmulde überdachende Thallusgewebe in Folge seines Dickenwachsthumes sich immer mehr über den Scheitel hinüber wölbt, und diese dadurch bedingte Veränderung in der Contur des Vorderrandes eines verticalen Längsschnittes deutet in gleicher Weise, wie die oben erwähnte fächerförmige Anordnung in Oberflächenansichten, zuerst auf den Beginn der Anlage eines Blüthenstandes hin. (Vergl. Fig. 4 und 5).

Zugleich mit dem Sichtbarwerden des divergirenden Verlaufes der Antiklinen treten in den jüngst gebildeten dorsalen Segmenten nebeneinander zwei Archegonanlagen auf (Fig. 7, 8). Während nun das peripherische Breitenwachsthum des Scheitelrandes den letzteren auf einen immer grösseren Theil der Kreisperipherie ausdehnt und zugleich die ganze Gewebepartie in Folge eines allerdings nur langsam fortschreitenden Dickenwachsthumes in Form eines Höckers sich über den Grund der Fruchtgrube erhebt (Fig. 10), werden nun weitere Archegone sichtbar. Und zwar treten zunächst den beiden schon gebildeten in radialer Richtung nach dem Rande hin succesive, und oft in aneinandergren-

---

*) Der steril bleibende Scheitel legt im nächsten Frühjahre und wieder nach vorausgegangener Gabelung abermals einen fertilen Gabelzweig an, und es wiederholt sich dies dann noch mehrere Male. Die Lage jedes folgenden Blüthenstandes ist dabei von der Lage des unmittelbar vorhergehendeu abhängig, so zwar, dass, wenn der erste zum Beispiele links von der Thallusmediane angelegt wurde, der nächste nach rechts, der dritte wieder nach links u. s. f. zu liegen kommt. Man sieht daher auch an älteren Pflanzen die fertilen Seitenbuchten abwechselnd nach rechts und links liegen. (Fig. 26.)

Diese Regelmässigkeit macht es nun möglich, von den beiden Gabelzweigen einer Vorderbucht und bevor noch Geschlechtsorgane vorhanden sind, mit Bestimmtheit den fertil werdenden von den steril bleibenden zu unterscheiden.

Digitized by Google

zenden Zellen sich bildend, neue Organe auf (Fig. 9, b, c, d), während zu gleicher Zeit auch nach dem Vorderrande hin und vor den schon gebildeten Gruppen neue Anlagen sichtbar werden. Es geht also die Archegonbildung von vier Punkten der Scheibe aus, und schreitet von diesen aus in centrifugaler Richtung fort.

Ich habe schon oben erwähnt, dass die beiden erstgebildeten Archegone ziemlich nahe bei einander auftreten (Fig. 7—8). In Folge eines in der Mitte der Scheibe am stärksten vorsichgehenden Breitenwachsthumes werden sie (und dies gilt auch für die zwei vorderen Gruppen) immer weiter von einander entfernt und über den Scheibenrand geschoben, so dass die Archegongruppen (und somit auch der ursprüngliche Scheibenrand) auf die Unterseite des Blüthenbodens zu liegen kommen, wo sie in flache, oft kaum merkbare Gruben versenkt erscheinen.

In der Regel bildet nur ein Archegon jeder Gruppe eine Frucht aus. Die schon vor der Befruchtung durch Auswachsen der Zellen des Grubenrandes angelegte Hülle entwickelt sich während dessen ungemein rasch und überwächst sehr bald die ganze Archegongruppe und ebenso die junge Frucht, die dann bis zu der zur Zeit der Sporenreife erfolgenden Streckung des Sporogonstieles von jener umhüllt bleibt. Es kommt indessen auch vor, dass innerhalb einer Hülle zwei Früchte ausgebildet werden, also innerhalb einer Gruppe von Archegonien zwei derselben Sporogone ausbilden. Ich habe dies mehrere Male beobachtet (Fig. 13), aber stets war in einem solchen Falle dafür eine ganze Archegongruppe unfruchtbar geblieben, so dass auch hier nur vier Früchte entwickelt wurden. Es ist wahrscheinlich, dass der Grund, warum überhaupt nur vier Archegone des ganzen Standes Sporogone ausbilden, wesentlich ein mechanischer und in Raumverhältnissen gelegen ist. Denn es ist gar kein Zweifel, dass so wie bei Marchantia und Preissia, auch hier oft genug mehrere Archegone einer Gruppe befruchtet werden. Während aber dort in Folge der Grösse des Bodens, der Fruchtgrube und der Weite der Hülle für die Entwicklung auch von zwei Früchten Raum vorhanden ist und der grosse Blüthenboden (die „Scheibe“) eine Störung in ihrer Entwicklung durch Fruchtanlagen benachbarter Gruppen ausschliesst, scheint hier — in Folge der durch die Kleinheit des Blüthenbodens bedingten gedrängten Stellung der vier Archegongruppen eben nur für vier Früchte Raum vorhanden zu sein, so dass wenn innerhalb einer Gruppe zwei Früchte zur Entwicklung gelangen, dafür eine andere Gruppe ganz unfruchtbar bleibt, in welchem Falle auch die Hülle (wie oben erwähnt, wohl angelegt, aber) nicht entwickelt wird. *)

Die Hüllen von Lunularia sind also gemeinsame Hüllen, und entsprechen somit

*) Nees (Naturgeschichte . . . Bd. IV, pg. 26) gibt allerdings an, dass auch fünf oder sechs Kapseln vorkommen können, deren jede von einer eigenen Hülle umschlossen sein soll. Wurde dies wirklich einmal beobachtet, so waren gewiss auch mehr als vier Archegongruppen vorhanden, und es war somit auch eine weitere Verzweigung eingetreten. Dann aber war das centrale Scheibenstück ebenfalls grösser und so konnte wohl auch für ein fünftes, eventuell sechstes Sporogon Platz vorhanden gewesen sein.

Digitized by Google

vollkommen den gemeinsamen Hüllen von Preissia und Marchantia, sind also desshalb weit verschieden von den gemeinsamen Hüllen bei Grimmaldia, Reboulia und Plagiochasma etc. Bei diesen und den übrigen ähnlich gebauten Gattungen sind die Hüllen eines Standes locale Gewebewucherungen an demselben Sprosse; hier gehört so wie bei *Targionia* jede Hülle einem eigenen Sprosse an.

Eine andere Eigenthümlichkeit von Lunularia, welche zugleich mit der aufrechten Stellung der Archegonien die Trennung dieser Gattung von den Jecorarien und ihre Vereinigung mit Plagiochasma zu rechtfertigen scheint, besteht darin, dass der gemeinsame Fruchtstiel rinnenlos ist. Ausgezeichnet ist diese Gattung ferner dadurch, dass der Fruchtstiel an seiner Basis durch eine aus breiten Schuppen gebildete Scheide umfasst wird.

Das Unterbleiben der Rinnenbildung und ebenso das Vorhandensein jener Scheide sind nun zwei Eigenthümlichkeiten, die in derselben Ursache ihren Grund haben und somit gemeinsam besprochen werden sollen: Wie ich schon oben erwähnt habe, wird der Archegonstand unmittelbar nach erfolgter Gabelung an einem der beiden Gabelzweige angelegt, während der andere ungestört sein Längenwachsthum fortsetzt. Da nun die Scheitel, wie ebenfalls schon erwähnt, in grubenförmigen Vertiefungen des steil abfallenden Vorderrandes liegen, und die Hervorwölbung des Blüthenbodens erst spät (nach Anlage der ersten Archegone) eintritt, so wird das fortwährende Längenwachsthum des steril bleibenden Zweiges, welches bis auf das gemeinsame Fussstück der beiden Gabelzweige zurückgreift, auf das benachbarte Gewebe gewissermassen als ein in der Richtung nach dem fortwachsenden Scheitel wirkender Zug zum Ausdruck gelangen. *) Es ist eine nothwendige Folge davon, dass der fertile Scheitel nicht allein nach rückwärts, sondern auch auf die Oberseite des Thallus zu liegen kommt (Fig. 1), indem das ihn nach abwärts umsäumende Gewebe der Ventralseite vorgeschoben wird. Damit gelangen aber auch die Insertionen der Ventralschuppen, welche vom Momente der Gabelung an gebildet wurden und somit den fertilen Gabelzweige angehören, mit auf die Dorsalfläche. In einem Stadium, das dem in Fig. 1 abgebildeten entspricht, sieht man auch ganz deutlich den unmittelbaren durch die wechselseitige Deckung zum Ausdruck gelangenden Anschluss der an der Ventralseite liegenden Schuppen an die unmittelbar den Blüthenstand umgebenden, welche entprechend dem Breitenwachsthume des Sprossscheitels ihre Insertionen auch über einen immer grösser werdenden Theil der Scheibenperipherie ausdehnen, die sich aber selbstverständlich nach rückwärts nie bis zur Berührung nähern können (Fig. 2). Wenn nun später in Folge einer noch weiter thätigen Gewebestreckung die Blüthenscheibe immer weiter vom Thallusrande ab nach innen rückt (Fig. 3), das heisst, das jetzt vor derselben, aber an der Thallusoberseite liegende Gewebe der Ventralfläche noch mehr gedehnt wird, werden auch die Schuppen-Insertionen immer weiter von

*) Dessen Wirkung auch in der Schiefstellung des Mittellappens in die Erscheinung tritt. (Fig. 1.)

Digitized by Google

einander entfernt. Die jüngsten derselben (meist drei) bleiben an der Basis der Blüthenscheibe und bilden die äusseren Schuppen der Scheide (Fig. 2), die älteren werden aber in der Richtung der vorsichgehenden Gewebestreckung gezerrt und undeutlich. Ihre Spuren lassen sich jedoch auch an späteren Entwicklungszuständen, wo der Blüthenstand schon in einer Seitenbucht des Thallus gelegen erscheint, in der von der Basis der Scheibe bis an den Thallusrand verlaufenden Furche häufig noch ganz gut erkennen.

Ich habe schon oben bemerkt, dass der fertile Scheitel sich zur Zeit, in der die ersten Archegonanlagen auftreten, gabelig theilt. Es sind somit vier Scheitelpunkte entstanden, die aber in gleicher Weise, wie sie an ihrer Rückenfläche Archegonien bilden, nach der Ventralseite hin weitere Ventralschuppen anlegen. Es werden diese daher, entsprechend den vier Scheiteln, auch an vier Stellen der Scheibenperipherie ausgebildet werden (Fig. 2). So lange nun die Scheitel Archegone produciren (in einer Gruppe stehen bis zu sieben) so lange bilden sie auch Ventralschuppen. Doch werden diese nicht mehr in derselben Weise wie die früheren, welche vor der Bildung der Blüthenscheibe entstanden sind, ausgebildet. Wohl erscheinen auch die letzteren schon entsprechend den normalen, an sterilen Sprossen entwickelten Ventralschuppen an ihrem Rande mit einzelligen Papillen besetzt; es verschwinden diese aber gegenüber der ungemein starken Entwicklung der eigentlichen Schuppenfläche. An den später (nach erfolgter Gabelung) gebildeten wird aber die eigentliche Schuppenfläche immer weniger ausgebildet, dafür wachsen aber die früher nur aus einer Zelle bestehenden Papillen zu langen gegliederten Haaren aus, bis endllich die letzten, d. i. innersten Schuppen einfach auf solche Gliederhaare reducirt erscheinen.

In diesem Stadium befinden sich die Blüthenstände unserer Gartenpflanzen: die die eigentliche Blüthenscheibe zu äusserst umgebenden und überdeckenden blattartigen Schuppen (meist drei) stehen sich wechselseitig deckend nach rechts und links (Fig. 2); darauf folgen, nach vier den Archegongruppen entsprechenden Richtungen orientirt, kleinere mit Gliederhaaren besetzte, und zu innerst finden wir endlich ein unentwirrbares Geflecht solcher Haare, welche scheinbar direct und selbstständig aus dem den Blüthenboden umgebenden Gewebe entspringen, aber wohl in dem oben angegebenen Sinne gedeutet werden müssen.

Mit der Verschiebung des Blüthenbodens an die Dorsalseite und seiner Entfernung vom Thallusrande ist aber die unmittelbare Continuität des Gewebes der Ventralseite gewissermassen unterbrochen. Das nun an der Dorsalfläche liegende, die vom Blüthenboden bis zum Thallusrande reichende Gewebelage bildende Gewebe der Ventralfläche, bildet keine Rhizoiden und steht gewissermassen unter dem Einflusse der auf die normale Dorsalfläche wirkenden Agentien. Eine Folge dieser Unterbrechung des Zusammenhanges der eigentlichen Ventralfläche mit dem ihr entsprechenden Gewebe an der Basis des Blüthenbodens ist es, dass bei der an der Basis des letzteren sich vollziehenden Stielbildung der typische Charakter der Ventralseite nicht mehr zum Ausdrucke gelangt, dass weder Rhizoiden noch eine Ventralfurche an demselben entwickelt werden.

Digitized by Google

Im Zusammenfassen des eben Mitgetheilten ergibt sich also:

Der Grund, warum im gemeinschaftlichen Fruchtstiele keine Furche auftritt und warum Rhizoiden am ganzen Fruchtstande fehlen, liegt darin, dass der Blüthenboden zur Zeit, als er seine typische Ausbildung erreichen soll, schon ganz auf der Dorsalseite des Thallus gelegen erscheint und seine continuirliche Verbindung mit der Ventralfläche des Thallus schon unterbrochen ist.

Wenn eine Befruchtung nicht erfolgt, findet eine Stielbildung nicht statt und der Blüthenstand stirbt in dem früher beschriebenen Stadium seiner Ausbildung ab. Hat eine solche aber stattgefunden, so entwickelt sich in dem Masse, als die Entwicklung der Frucht fortschreitet, auch die schon früher angelegte Hülle zu einem weiten, dieselbe überragenden Sacke, der über ihrem Scheitel bis auf eine schmale Längsspalte zusammenschliesst. Zugleich beginnt auch die Bildung des gemeinsamen Stieles aus dem unterhalb der Scheibe liegenden Gewebe, das seiner Abstammung nach schon dem gemeinsamen Sprosssysteme angehört, das heisst, nach der Verzweigung des fertilen Scheitels aus der Gesammtheit der so entstandenen Strahlen gebildet wurde. In Folge dessen bleiben die vor der Verzweigung entstandenen Ventralschuppen an der Basis des Stieles als „Scheide“ zurück, während die später entstandenen, also jene mit den Gliederhaaren besetzten, grossentheils mit emporgehoben werden und theils am Stiele selbst, theils an dessen oberem Ende inserirt erscheinen.

Es sind also die die Basis des gemeinschaftlichen Stieles als „Scheide“ umfassenden Schuppen wahre Ventralschuppen, die vom fertil werdenden Scheitel vor der Anlage der Archegonien und der Blüthenscheibe in normaler Weise, d. h. wie am sterilen Scheitel gebildet, aber bei der Verschiebung des ganzen Standes an die Dorsalseite mit herüber genommen werden.

Die Entwicklung des Sporogons zu untersuchen, hatte ich nicht Gelegenheit. An Kapseln, welche bis zur Bildung der Sporentetraden vorgeschritten sind, liegen diese in Längsreihen, die der Kapseloberfläche gleichlaufend, von derem Grunde bis zur Spitze sich erstrecken und von gleichsinnig verlaufenden Elaterenzügen durchsetzt werden, — eine Anordnung, die vollkommen der bei Marchantia entspricht.

Die Kapselwand besitzt an ihrem Scheitel eine Gruppe von Zellen, die durch stärkere Verdickung und tiefere Bräunung sich von den umliegenden Wandzellen sehr scharf abheben. Diese Partie der Kapselwand ist auch mehrschichtig und stimmt somit mit den ähnlichen deckelartigen Bildungen, wie sie auch bei anderen Marchantiaceen (Fimbriaria, Cyathodium etc.) vorkommen, überein, auch darin, dass das Oeffnen der Kapsel durch Loslösung dieses Deckelchens eingeleitet wird.

Die Antheridienstände stehen, wie die Archegonstände, in Buchten des Seitenrandes. Die Scheibe ist öfters am Vorderende ausgerandet („zweihörnig“), häufig aber und immer an jüngeren Ständen nach vorne verschmälert; ihre Oberfläche dicht mit den papillenartig über die Oberfläche hervortretenden Ausführungsgängen der Antheridienkammern besetzt

Digitized by Google

An ausgewachsenen Ständen ist die Scheibe rings umsäumt durch einen aus der Luftkammerschichte gebildeten, etwas aufgestülpten Rand, der aber am Vorderrande viel niedriger ist. An jüngeren Ständen, namentlich solchen, wo die überhaupt streng akropetale Entstehungsfolge einhaltenden Antheridien des Vorderrandes noch unentwickelt sind, ist an dieser Stelle aber ein Randsaum nicht vorhanden und man erkennt noch vollkommen deutlich den die Geschlechtsorgane anlegenden Scheitel, der noch von den herübergekrümmten Ventralschuppen überdeckt wird (Fig 14).

Die Entwicklungsgeschichte dieser Stände ist folgende:

Wie bei Anlage der weiblichen Stände findet zuerst eine Gabelung des in der Vorderbucht des Laubes gelegenen Scheitels statt, und während der eine der Gabelzweige fertil wird, wächst der andere vegetativ weiter. Es ist auch hier wieder eine Folge davon, dass der fertile Scheitel zur Seite geschoben und endlich an den Seitenrand zu liegen kommt.

Der fertile Scheitel beginnt sogleich mit der Anlage der Antheridien, die meist zu drei (oder vier) neben einander gebildet werden, wächst aber dabei fortwährend in die Länge, zeigt also eigentlich ganz dasselbe Verhalten wie der männliche Scheitel bei Corsinia, Oxymitra und selbst bei den (diöcischen) Riccien.

Die Antheridienmutterzellen ragen Anfangs papillenartig über die Oberfläche hervor und werden bei eintretendem Dickenwachsthume des Laubes in das Gewebe versenkt. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass Anfangs die ganze Zelle, aus welcher der Körper der Antheridie hervorgeht, über der Oberfläche liegt. Mit der Versenkung derselben treten nun auch die Luftkammern in die Erscheinung und es ist somit selbstverständlich, dass sie in dem Masse, als die Versenkung jener fortschreitet, auch tiefer werden und somit durch die Tiefe der Scheibe bis an die Basis der Antheridien sich erstrecken müssen (Fig. 15). Bei der ungemein starken Volumzunahme der letzteren werden sie später aber zusammengedrückt und bleiben nur in ihren oberen Theilen, wo die sich zuspitzenden Antheridien keinen so starken Seitendruck erzeugen, erhalten,*) können aber auch an ausgewachsenen Ständen häufig noch erkannt werden.

Die Wand des Antheridiums bleibt bis zur Reife erhalten. Sein ziemlich langer Stiel besteht aus vier Zellreihen, und soweit derselbe in der Antheridienkammer emporreicht, die Kammerwand also nicht an der Antheridie anliegt, sprossen aus derselben zahlreiche Keulenpapillen in den Hohlraum hinein.

Ich habe schon oben erwähnt, dass, so lange der fortwachsende Scheitel noch Antheridien bildet, derselbe auch als solcher noch deutlich erkennbar ist. Er liegt in der Scheibenoberfläche (Fig. 14), und die an dieser Stelle sichtbare schwache Ausbuchtung des Vorderrandes und die ihn überdeckenden Schuppenanhänge, sowie die nach rückwärts ihn umsäumenden jüngsten Antheridienanlagen lassen keinen Zweifel, dass der ganze Stand

*) Vergl. dagegen Nees l. c. pg. 29.

Digitized by Google

als das Product eines einzigen, nicht weiter gegabelten Zweiges zu betrachten ist. Das Längenwachsthum des Scheitels hört aber endlich auf und es wird somit auch die Bildung weiterer Antheridien unmöglich. Wenn dann auch in den jüngst gebildeten Theilen des Standes das starke Dickenwachsthum zur Versenkung der Antheridien führt, wird der Vorderrand der Scheibe über die jüngsten Schuppenanlagsn emporgehoben, und mit der Ausbildung des Randsaumes geht dann jede Spur des Scheitels verloren.

Sowohl die männlichen als weiblichen Pflanzen tragen Brutbecher. Nach Hofmeister*) sollen sie sich in der Weise bilden, dass „in der frühesten Jugend des Sprosses und in nach vorne offenem Halbkreise um die Stelle, auf welcher Brutknospen entstehen sollen, in einer Kette von Zellen der Oberseite des Sprosses eine Zellvermehrung beginnt, welche zur Entstehung eines hufeisenförmigen Wulstes führt." So entstehe eine grubenförmige Vertiefung aus deren Boden nun die Brustknospenanlagen sich bilden, während deren Rand zu einem einschichtigen Saume auswüchse. Nach Hofmeister wäre also die Bildung des Bechers primär, die der Brutknospen secundär. Nach meinen Untersuchungen verhält sich die Sache anders: An der steil abfallenden Scheitelfläche des Vorderrandes (Fig. 4) wachsen einzelne Zellen zu Papillen aus und stellen so die ersten Anlagen der Brutknospen dar. Ihre Mutterzellen gehören der Zellschichte an, aus welcher die Luftkammerschichte hervorgeht. Es kann diese somit an der Brutknospen (und Haare) producirenden Partie der Scheitelfläche nicht gebildet werden, die in Folge dessen erst vom Rücken und den Seiten her überwachsen wird — in ähnlicher Weise, wie wir dies ja bei der Bildung der Geschlechtsstände aller Marchantiaceen beobachteten. Es wird also der Anstoss zur Bildung der Becher erst durch die Anlage der Brutknospen gegeben; die Entstehung dieser ist der primäre, die jener der secundäre und nothwendigerweise eintretende Vorgang.

Die Entwicklung der Brutknospen ergibt sich aus den Figuren 20—22. Hier sei nur so viel erwähnt, dass die beiden Scheitel derselben immer und ausschliesslich aus den beiden Randzellen der zwischen den Wänden 2 und 4 gelegenen Querzone der basalen Hälfte hervorgehen. Dadurch, dass vorerst diese Querzone an Breitenwachsthum gegenüber den übrigen Theilen der Brutknospe bedeutend zurückbleibt, wird sie nun seitlich überwachsen und ihre Randzellen kommen in eine sich immer mehr vertiefende Bucht zu liegen. Lange bevor die Brutknospe ausgewachsen ist, sind aus diesen Randzellen die Anlagen der Sprossscheitel hervorgegangen, welche sogleich, und zwar beiderseits ein Paar, Keulenhaare anlegen (Fig. 23). Mit der Anlage dieser schliessen die beiden Scheitel vorderhand jedes weitere Wachsthum ab, das erst wieder aufgenommen wird, wenn die aus dem Behälter herausgekommene Brutknospe bei Eintritt günstiger Verhältnisse auszutreiben be-

---

**) l. c. pg. 49.

Digitized by Google

ginnt.*) In dem beiderseitigen Auftreten dieser Keulenhaare sehen wir also die in Bezug auf Dorsiventralität noch indifferente Natur der beiden Seiten der Brutknospe zum Ausdruck gelangen, und es hängt ganz von der späteren Lage der Knospe ab, welche Seite, als Ventralseite, in der Entwicklung der als Anfänge der Ventralschuppen zu deutenden Haarpapillen, welche auch succesive in jene übergehen, fortfährt, und an welcher als der Licht-(Dorsal-)Seite diese nicht weiter gebildet werden.**)

Die ersten Anlagen der Ventralschuppen an der Brutknospe treten, wie oben erwähnt, als Keulenhaare auf. Dies ist auch mit den später sich entwickelnden der Fall, nur werden diese durch starkes Flächenwachsthum ihrer über die Sprossoberfläche hervorragenden Basalzellen auf die Spitze von sich immer mehr vergrössernden Schuppen emporgehohen. Auch an der entwickelten Pflanze beginnt die Anlage jeder Ventralschuppe mit der Bildung eines über die Scheitelfläche sich hinüberkrümmenden Keulenhaares (Fig. 16), das in gleicher Weise durch ein ähnliches Wachsthum seiner Basalzelle endlich emporgehoben wird. Während der Ausbildung dieser Schuppe aber und bevor jenes Haar eigentlich ausgewachsen ist, wird dessen Insertion von der Tragzelle überwachsen und auf die Oberseite der Schuppe, das ist auf die dem Scheitel zugekehrte Seite verschoben, während zugleich die nun die Spitze der Schuppe einnehmende Zelle zu einem schmalen, vorerst aus einer Zellreihe bestehenden Lappen heranwächst (Fig. 17). Je mehr sich nun der Lappen verlängert, desto weiter rückt seine Spitze aus der engen Spalte, in welche der Sprossscheitel eingezwängt ist, nach der Dorsalseite vor, und findet nun hier wieder Raum genug zur Breitenentwicklung. So bildet sich das durch eine stielartige Einschnürung von der eigentlichen Schuppe getrennte den ganzen Scheitel überdeckende Anhängsel, welches später in Folge des Längenwachsthums des Sprosses theils durch die Spalte nach der Ventralseite zurückgezogen wird und an der Schuppe ganz auffällig (auch durch dunklere Färbung) hervortritt, öfters aber abgerissen wird und auf der Dorsalseite zurückbleibt (Fig. 18 und 19).

9. Preissia Tafel VII und VIII.

Der Thallus von *Pr. commutata* zeigt nur selten gabelige Verzweigung. Der Habitus der (fruchtenden) Pflanze wird vielmehr durch Adventivsprosse bestimmt, welche unterhalb des fertil gewordenen (zur Bildung eines Blüthenbodens aufgebrauchten) Scheitels

*) Bekanntlich werden die Brutknospen vorerst zu in der Richtung der beiden Scheitel gestreckten bandförmigen Lappen. Diese Verlängerung erfolgt aber vorderhand nicht durch Scheitelwachsthum, sondern fast ausschliesslich durch intercalares, was daraus hervorgeht, dass jene Keulenhaare lange Zeit noch dicht am Scheitelrande gefunden werden. Dafür nur eine Massangabe: An einer erwachsenen Brutknospe waren die beiden Scheitel 0·3 Mm. von einander entfernt. Es war also die Entfernung eines Scheitels von der Mediane der Brutknospe 0·15 Mm. Nachdem die Brutknospe nun bandförmig geworden war, mass ich letztere Grösse mit 0·5 Mm. und die ersten Keulenhaare standen 0·4 Mm. von der Mediane entfernt.

**) Ich habe dies schon 1872 auf der Leipziger Naturforscher-Versammlung mitgetheilt, wo ich auch der die ganze Dicke der Brutknospe durchsetzenden Rhizoiden-Mutterzellen Erwähnung that. (Fig. 24.)

Digitized by Google

angelegt werden und dann als scheinbar directe Fortsetzungen der Mittelrippe aus der Laubbucht des Vorderrandes unmittelbar unter dem Stiele des Blüthenbodens hervortreten. Dieses „Sprossen aus der Endbucht," wie Nees sagt, d. i. die Bildung ventraler Adventivsprosse, welche gewissermassen sympodial den ursprünglichen Trieb fortsetzen, unterscheidet Preissia habituell sehr bedeutend von der sonst in jeder Beziehung nahe stehenden Gattung Marchantia, wo auch an fruchtenden Pflanzen immer reichliche Bildung steriler Gabelzweige beobachtet wird, und wo wahrscheinlich aus diesem Grunde die ventrale Auszweigung, weil überflüssig, viel mehr zurücktreten musste. Es erinnert daher Preissia mehr an Reboulia oder Plagiochasma, bei welch' letzterer Gattung bekanntlich „Sprossungen aus der Endbucht" sehr häufig vorkommen und bei manchen Arten sich nach der Anlage jedes Geschlechtsstandes wiederholen. Aber es ist eben nur in der Form diese Aehnlichkeit vorhanden, da bei Preissia jeder „gegliederte" Trieb ein Sympodium ist, bei Plagiochasma aber, wie ich zeigte, als Monopodium gedeutet werden muss.

Im Baue des Thallus ist die Uebereinstimmung mit Marchantia bezüglich der Ausbildung der Luftkammerschichte und der canalförmigen Athemöffnungen allgemein bekannt. Mehr Unklarheit herrscht merkwürdiger Weise bezüglich des Baues des interstitienlosen ventralen Thallusgewebes. Dass das sogenannte Gefässsystem, welches zuerst von Gottsche und Schleiden der Pflanze zuerkannt wurde, Nichts weiter ist, als ein Pilzmycel, wurde schon 1854 von Schacht und 1858 von Gottsche*) selbst sichergestellt und es wäre hohe Zeit, dass dasselbe einmal aus den Beschreibungen der Pflanze verschwinden würde. Dagegen ist das Vorhandensein sklerotischer Prosenchymzellen ungemein charakteristisch. Sie kommen, wie kürzlich Goebel**) beschrieb, theils isolirt, theils zu Gruppen vereinigt, vor und bilden dann kürzere oder längere Sklerenchymfaserzüge. Am Auffallendsten treten sie dort hervor, wo das ganze übrige Gewebe farblos ist und nur ihre Membranen tiefbraun gefärbt sind. Aber schon dort, wo die ganze ventrale Längshälfte der Mittelrippe die gleiche Färbung zeigt, werden sie minder deutlich, was dort noch mehr der Fall ist, wo auch diese Sklerenchymfaserzellen ungefärbte Wände behalten. Es scheint, dass sie manchmal selbst unverdickt bleiben können, und man erkennt sie dann nur mehr mit grosser Mühe und nur dort, wo ihre zugespitzten Enden sich zwischen die übrigen Parenchymzellen hineinschieben.

Nur so ist es erklärlich, dass so genaue Beobachter, wie Nees und Bischoff, denen gröbere anatomische Details sonst nicht entgangen sind, dieser Fasern nicht erwähnen. ***)

*) Uebersicht und kritische Würdigung etc., Beil. zur bot. Zeitg. 1858.

**) Zur vergl. Anatomie der Marchantieen in Sachs: Arbeiten a. d. bot. Inst. in Würzburg Bd. II.

***) Obwohl sie in den prächtigen Tafeln von Gottsche's: Icon. Hepat. inedit., die leider noch immer nicht publicirt wurden, und deren einige der Herr Verfasser mir gütigst zur Ansicht übersandte, abgebildet sind, wo auch die wahre Natur jenes früher erwähnten „Gefässystemes" vollkommen deutlich hervortritt.

Digitized by Google

Im Baue der Luftkammerschichte und der Athemöffnungen stimmt Preissia, wie schon bemerkt, mit Marchantia überein, und da ich dieser Verhältnisse schon im allgemeinen Theile ausführlich Erwähnung gethan habe, so brauche ich hier darauf nicht weiter einzugehen.

Der fortwachsende Scheitel liegt eingesenkt in einer engen Spalte, welche durch das vom Rücken und den beiden Seiten aus über denselben weit vorgezogene dorsale Thallusgewebe gebildet wird (Fig. 7). Wenn man Thallomspitzen unter dem Präparir-Mikroskope so weit als möglich von den den Scheitel überdeckenden Ventralschuppen befreit, sie dann durch kurzes Kochen in Kali durchsichtig macht und sie in horizontaler Lage von der Dorsalseite aus betrachtet, so erkennt man bei successive tieferer Einstellung, wie von der Scheitelbucht aus nach ab- und rückwärts eine enge Rinne sich fortsetzt (Taf. VII, Fig. 2), welche mit den Spitzenpapillen der jungen Ventralschuppen und den Spitzenanhängseln derselben erfüllt ist. In dieser ungemeinen Enge der Scheitelfurche liegt auch der Grund der eigenthümlichen Ausbildung der Ventralschuppen, an denen das Spitenanhängsel mit einer nahezu stielförmigen Verschmälerung inserirt ist. Die jüngsten Stadien der Ventralschuppen erscheinen nämlich auch bei Preissia wie bei den meisten Marchantiaceen (vergl. die Abbildungen für Lunularia und Reboulia) an ihrer Spitze mit einer Papille (Spitzenpapille) gekrönt, welche sehr bald von ihrer Tragzelle überwachsen und dadurch von der Spitze der Schuppe auf deren Fläche verschoben wird. Aus dem nun die Spitze der Schuppe einnehmenden Theile der Tragzelle geht vorerst ein schmaler bandförmiger Lappen hervor, der, in der Scheitelfurche eingeklemmt und von den darüber liegenden entsprechenden Gebilden älterer Schuppen überdeckt, keinen Raum zum Breitenwachsthum hat, aber, in Folge des nicht gehemmten (vorzüglich intercalaren) Längenwachsthumes, seine Spitze durch die Furche immer weiter nach der Dorsalfläche des Laubes und zunächst in die den Eingang zur Furche bildende muldenförmige Einsenkung vorschiebt. Da hier wieder Raum zum Flächenwachsthume vorhanden ist, bildet sich das Anfangs bandförmige Ende wieder zur Zellfläche um, welche nun mit der eigentlichen Schuppe durch den in der Furche gelegenen, stielartig bleibenden Theil zusammenhängt (Taf. VIII, Fig. 6), an dem dann auch die (verschrumpfte) Spitzenpapille (p) noch lange erkennbar bleibt. (Vergl. auch Taf. VII Fig. 5 a). Wenn nun die Insertionen der Ventralschuppen in jene Region eintreten, in welcher die Längsstreckung des Gewebes erfolgt, müssen selbstverständlich die Spitzenanhängsel durch die Furche nach der Ventralseite zurückgezogen werden, reissen dabei aber öfters ab und so kommt es, dass sie so häufig an älteren Ventralschuppen nicht mehr vorhanden sind.

In der oben beschriebenen eigenthümlichen Lage des Scheitels liegt auch der Grund, warum es so schwierig ist, die frühesten Stadien der Gabelung aufzufinden. Am leichtesten geschieht dies noch immer in der oben beschriebenen Weise durch Sichtbarmachung der Scheitelfurche. Vorerst erscheint sie nur etwas breiter; später sieht man in ihr einen Höcker

Digitized by Google

hervortreten (Taf. VII, Fig. 3), der dem jungen Mittellappen entspricht. In diesem Stadium und in der Dorsalansicht des Laubes ist es absolut unmöglich zu entscheiden, ob man in der That einen sterilen Mittellappen oder die Anlage eines Blüthenstandes vor sich hat. Auch noch weiter vorgeschrittene Stadien gestatten bei dieser Ansicht noch keinen Schluss auf die Natur des in der Scheitelfurche vorspringenden Höckers. Wohl aber ist dies am verticalen Längsschnitte der Fall, wo der sterile Mittellappen als ein durch die ganze Dicke des Thallus, und somit von den beiden Gabelscheiteln sich noch weiter ventralwärts erstreckender Balken erscheint (Taf. VII, Fig. 7), während der junge Blüthenboden auch in dieser Ansicht als Höcker sichtbar ist der ventralwärts durch den Scheitelrand begrenzt wird (Taf. VI, Fig. 6).

Der Umstand, dass die ersten Stadien der Gabelung des Scheitels von denen der Anlage des Blüthenbodens absolut nicht zu unterscheiden sind, lässt die Annahme wohl gerechtfertigt erscheinen, dass in der That auch der letztere Vorgang mit einer Gabelung eingeleitet wird. Dass hier der fächerförmige Verlauf der Zellreihen, wie er bei Lunularia (vergl. Taf. VI, Fig. 7, 8), so auffallend hervortritt, nicht sichtbar ist, hat einfach in der so frühzeitigen Höckerbildung seinen Grund, was im Grunde genommen eigentlich wieder durch dieselben Ursachen bedingt wird, welche am sterilen Laube das Entstehen der tiefen Scheitelfurche veranlassen, nämlich durch das so früh eintretende und so sehr gesteigerte Dickenwachsthum der dorsalen Laubtheile. Die sterilen Gabelzweige nehmen aber unmittelbar nach ihrer Anlage das Längenwachsthum wieder auf und schieben gewissermassen ihre Scheitel in der Scheitelfurche vorwärts; am fertilen Scheitel hingegen sehen wir den Scheitelrand immer breiter werden, und da er zu gleicher Zeit an der Vorderseite des Höckers und an diesem selbst liegt, muss er nach vorne convex gekrümmt werden, d. h. successive einen immer grösseren Theil der Höckerperipherie umfassen (Taf. VII, Fig. 4, 5, 8).

Die ersten Anlagen der Geschlechtsorgane werden sichtbar, wenn der Durchmesser des Höckers etwa 0.1 Mm. erreicht hat. In diesem Stadium erscheint derselbe in der Mitte seines Vorderrandes — an jener Stelle also, an welcher auch der durch die Gabelung entstandene Mittellappen liegen sollte, — etwas vorspringend (Tafel VII, Fig. 9 a, 10 a). Rechts und links dieses Vorsprunges und dicht hinter der dem Scheitelrande entsprechenden Zellreihe tritt nun je eine Zelle als kugelige Papille über die Oberfläche hervor (Taf. VII, Fig. 9 a, 9 b). Sie stellen die beiden ersten Archegonanlagen der beiden vorderen Gruppen dar (Fig. 12). Wenig später bildet sich auch in der hinteren Hälfte des Höckers und an den gleichen Stellen rechts und links je eine Archegonanlage, welche sich in gleicher Weise zu den ältesten Organen der beiden hinteren Gruppen umbilden (Taf. VIII, Fig. 5 a) Es verdient aber bemerkt zu werden, dass nach meinen Beobachtungen ausnahmslos die eine. Seite des Höckers der anderen in Bezug auf die Zeit der Archegonanlagen etwas voraus ist. Häufig genug kamen mir Stadien unter, wo erst ein Archegon einer vorderen Gruppe, oder wo zwar die beiden der vorderen, aber erst eines der hinteren Gruppe entwickelt war.

Digitized by Google

Diese ungleichzeitige Anlage macht sich auch später noch, wenn die ersten Archegone schon ziemlich herangewachsen und neben ihnen schon weitere jüngere angelegt sind, ebensowohl in dem verschiedenen Alter der Primärarchegone jeder Gruppe, als auch in dem ungleichen Entwicklungsstadium, in dem sich die Gruppen als solche (in Bezug auf Zahl und Ausbildung der späteren Archegone) gegeneinander befinden, ganz deutlich erkennbar.

Während der Anlage der ersten Archegone geht auch das Dickenwachsthum des Höckers stetig vor sich. Es hat zur Folge, dass er an der Basis eine halsartige Einschnürung erhält, und dass die Archegone immer weiter auf seine Unterseite verschoben werden. Zugleich theilen sich die Zellen des nun ebenfalls auf die Unterseite verschobenen Scheitelrandes ganz in der Weise, wie dies am sterilen Scheitel der Fall war, durch schiefe, wechselnd auf- und abwärts geneigte Wände, während zugleich auch durch Verticalwände die Zahl der Randzellen vermehrt wird. Aus den nach der Höckeroberseite gelegenen Segmenten, die ich wieder als dorsale bezeichnen will, gehen, insoweit sie vor den Primärarchegonen gelegen sind, weitere Archegonanlagen hervor, aus den nach der Höckerbasis, d. i. seiner stielförmigen Einschnürung hin gelegenen, entstehen, und zwar an den unterhalb der Archegongruppen gelegenen Stellen, — die Anlagen zu den Hüllschuppen.

Insoweit stimmt Preissia durchaus mit Marchantia überein. Bei beiden Gattungen stehen also die Archegone auf der Unterseite der Scheibe, und zwar die älteren näher dem Scheibenrande, und die succesive jüngeren jeder Gruppe nach dem Scheibencentrum hin, halten also, entsprechend dem nun in dieser Richtung fortwachsenden Scheitelrande, im Allgemeinen eine centripetale Entwicklungsfolge ein. Ein nicht unwesentlicher Unterschied besteht aber darin, dass bei Marchantia der die Archegone producirende Scheitelrand immer gleiche Breite behält, und somit auch die Breite der Archegongruppe nach diesem hin nicht zunimmt, während dies bei Preissia in ganz auffallender Weise der Fall ist, so dass an etwas weiter entwickelten Ständen, wo jede Gruppe schon bis sechs Archegone zählt, diese nicht mehr in radialer, sondern senkrecht darauf, d. h. in tangentialer Richtung angeordnet erscheinen. In vielen Fällen kann man nun deutlich erkennen, dass die in der Mitte der Gruppe (und natürlich näher dem Scheibenrande) stehenden Archegone die ältesten waren, und dass von diesen aus nach rechts und links, und somit in zwei fast um 180° divergirenden Richtungen successive jüngere folgten, in anderen Fällen aber ist diese Stellung allerdings nicht erkennbar. Hält man an der Vorstellung fest, dass Archegone nur dicht am Sprossscheitel, und zwar unmittelbar hinter den fortbildungsfähigen Zellen des Scheitelrandes angelegt werden, so wird man behufs Erklärung jener zuerst erwähnten Stellung zur Annahme gedrängt, dass nach Bildung der Primärarchegone eine abermalige Gabelung stattgefunden habe, dass also ein derartig ausgebildeter Archegonstand von Preissia eigentlich als ein Doppelstand aufzufassen sei, der von zwei erst nach der Bildung der Primärarchegone entstandenen Gabelzweigen gebildet wurde. Dass in anderen Fällen jene Anordnung der Archegone nicht hervortritt, und dieselben nur nach einer Seite hin succesive jünger

Digitized by Google

werden, könnte wohl durch das Unterbleiben einer Gabeltheilung seine Erklärung finden. Es würde sich dann Preissia von Marchantia wesentlich dadurch unterscheiden, dass bei letzterer Gattung die durch wiederholte Gabelung erfolgende Anlage der (typisch) acht Scheitel sich vor Bildung der Archegone vollziehe, während bei Preissia die letzte Gabelung in die Zeit fällt, wo die ersten Archegone schon gebildet sind. Uebrigens kommen ja auch bei Preissia mehr als vier Archegongruppen vor, gerade so, wie bei Marchantia die Zahl von acht nicht selten überschritten wird, was bei ersterer Gattung durch eine früher eingetretene letzte Gabelung, bei letzterer durch eine durch reichlichere Verzweigung bewirkte ursprüngliche Vermehrung der fertilen Scheitel erklärt werden könnte.

Mit der Anlage und Ausbildung der Archegongruppen hält auch ihre Einsenkung in grubenförmige Vertiefungen gleichen Schritt. Wir können uns die Bildung dieser Gruben leicht vorstellen, wenn wir uns gegenwärtig halten, dass auch der sterile Scheitel durch einen vom dorsalen Thallusgewebe ausgehenden Ueberwallungsprocess nach abwärts gerückt wird und in eine Grube eingesenkt erscheint, welche seitlich und dorsal von dem Thallusgewebe, nach der Ventralseite durch die Ventralschuppen begrenzt wird. Denken wir uns eine Anzahl von Thallumsspitzen (Taf. VII, Fig. 7) radial angeordnet und unter sich seitlich verwachsen, und nehmen wir ferner an, jeder ihrer Scheitel producire einige Zeit Archegonien (wie dies an dem unverzweigten Scheitel von Targionia ja in der That der Fall ist), so müsste in gleicher Weise ein scheibenförmiger Blüthenboden entstehen, der an seiner Unterseite und in grubenförmigen Vertiefungen die Archegongruppen zeigen würde, und ebenso müssten die Ventralschuppen entsprechend den Hüllschuppen des Blüthenbodens gruppirt erscheinen. Es ist nach dieser Vorstellung weiters selbstverständlich, dass die Peripherie des Receptaculums ausschliesslich aus dorsalem, der Luftkammerschichte angehörigen Thallusgewebe gebildet wird, während der die Hüllschuppen tragende Theil (von dem inneren [centrumnäheren] Rande der Archegongruppen bis zur Stielinsertion) der Ventralseite des Sprosscomplexes entsprechen würde. Es sind auch in der That an jungen Scheiben die zwischen je zwei Archegongruppen radial verlaufenden Ventralrinnen („Wurzelrinnen“) mit ihren Zäpfchenrhizoiden und Schuppenrudimenten (Fig. 13) noch nicht vorhanden (Fig. 12); sie müssen sich aber bilden in Folge der Vertiefung der Archegongruben durch allmälige Ausbildung der Hüllen, die sich vom Grubenrande aus entwickeln, und müssen in radialer Richtung verlängert werden in Folge der durch intercalares Wachsthum erfolgenden Verbreiterung des Receptaculums, mit anderen Worten: es wird das der Ventralseite des Sprosscomplexes entsprechende Gewebe in Folge der Hüllenbildung und des Breitenwachsthumes der Scheibe in Fortsätze ausgezogen, ganz in ähnlicher Weise, wie dies auch bei Reboulia und Verwandten der Fall ist.

Die Anlage des Perianthiums wurde schon im allgemeinen Theile besprochen und hervorgehoben, dass sich dasselbe hier wie bei Marchantia in anderer Weise bildet, als bei den Jungermanniaceen, da es hier als eine Wucherung des Archegonstieles aufgefasst

Digitized by Google

werden muss. Wir können an den Fig. 1—4 der Taf. VIII die dabei stattfindenden Vorgänge Schritt für Schritt verfolgen:

In Fig. 3 erscheint an der jüngsten links gelegenen Archegonanlage eben die Mutterzelle des Archegonkörpers gebildet (vergl. auch Fig. 9 b der Taf. VII). Sie liegt ganz über der Oberfläche des Blüthenbodens, und es ist somit auch schon die Anlage des Stieles vorhanden. An den beiden älteren Archegonen erscheint die Stielzelle längsgetheilt und in zwei ungleich hohe Stockwerke zerfallen, von denen das obere (an das Archegon angrenzende) flach scheibenförmig ist. Wir erkennen dieses Stockwerk noch an dem älteren Archegone in Fig. 1, ebenso an dem in Fig. 2, wo aus demselben schon die Anlage des Perianthiums beginnt, dessen Bildung in Fig. 4 schon weiter fortgeschritten erscheint. Da die Stielzellen der Archegone aneinander grenzen, so sollten nun eigentlich die aus ihnen hervorgegangenen Perianthien ebenfalls an der Basis zusammenhängen. Dies ist nun aber nicht der Fall. An älteren Ständen sind sie durch oft weite Zwischenräume von einander getrennt und die ihre Insertionen am Blüthenboden trennenden Oberflächenzellen erscheinen da und dort zu Haarpapillen und Gliederhaaren ausgewachsen, was Alles natürlich nur dadurch zu Stande kommen kann, dass an der Basis des Perianths secundär ein sehr starkes Breitenwachsthum stattfindet.

Die männlichen Receptacula sind in den ersten Stadien, und bis zur Anlage der Antheridien von den weiblichen nicht zu unterscheiden. Das erste Antheridium tritt nicht sowie die Archegone am Vorderrande des Höckers, sondern an dessen Scheitel auf. An dem in Fig. 10 a dargestellten Receptaculum, dem jüngtsen, das von mir gesehen und mit Sicherheit als männliches erkannt wurde, finden sich ausser dem scheitelständigen ältesten, noch links zwei etwas jüngere, und ausserdem erkennt man nach vorne und an den Stellen, an welchen an weiblichen Receptaculis die ersten Archegone auftreten, noch zwei kaum bemerkbare Anlagen. Wenn wir nun eine dieser jüngsten wahrnehmbaren Anlagen mit den ältesten Antheridien vergleichen (Fig. 10 b), so sehen wir zwischen beiden schon eine bedeutende Differenz in der Entwicklung: An der jüngeren Anlage liegt die Mutterzelle ganz ausserhalb der Höckeroberfläche, an der älteren, wo die Mutterzelle übrigens ebenfalls noch ungetheilt ist, erscheint diese mit ihrer Basis schon tief ins Gewebe versenkt. Dass die die Mutterzelle abtrennende Querwand auch hier ursprünglich über der Höckeroberfläche gelegen war, kann wohl nicht bezweifelt werden, und die tiefe Versenkung zeigt uns, dass von deren Bildung, das heisst von dem Zeitpunkte der ersten Anlage des Antheridiums an schon ein längerer Zeitraum verstrichen ist. Während dieser Zeit mögen denn auch manche Verschiebungen in der Stellung und Anordnung der Antheridienanlagen stattgefunden haben, und darin mag wohl auch der Grund gelegen sein, dass man schon in solchen Stadien eine Beziehung der Anordnung der Antheridien zu den das Receptaculum zusammensetzenden Auszweigungen (die der Analogie mit Marchantia nach gewiss vorhanden sind, aber von mir nicht directe nachgewiesen werden konnten) nicht mehr zu erkennen vermag.

Digitized by Google

Die Antheriden folgen in ihrer Entwicklung ganz dem bekannten Marchantieentypus: Bildung mehrerer Stockwerke, deren unterstes zum Antheridienstiele wird, Quadrantentheilung in den Querscheiben und darauf folgende Abscheidung der Wandschichte. In Fig. 11 sehen wir zwei etwas ältere Anlagen. Man erkennt noch jene, die Antheridienmutterzelle abschneidende und ursprünglich über der Höckeroberfläche liegende Querwand. Genau in derselben Tiefe wie diese, liegen die Luftkammern, von denen die links gelegene noch nach aussen geöffnet, die zwischen beiden Antheridienanlagen befindliche aber schon geschlossen ist, um erst später, nach Anlage des Athemcanales, wieder geöffnet zu werden. (Vergl. allgem. Theil pag. 11.)

Preissia ist in der Regel diöcisch. Ausser der monöcischen Form, die mir aber nur in wenigen schlechten, getrockneten Exemplaren zur Untersuchung vorlag, wurden aber schon öftes auch androgynische Receptacula beobachtet, so von Schmidel, Bischoff, Taylor*) und in neuerer Zeit von Göbel**). Schmidel gibt nur an, dass die Receptacula auf einer Seite Antheridien, auf der anderen Archegonien trugen, erwähnt jedoch Nichts über die Lage dieser Hälften gegen die Längsachse des Thallus. Göbel bemerkt jedoch ausdrücklich, dass die vordere Hälfte männlich, die hintere weiblich war. Ich war so glücklich, in der Nähe von Graz einen grossen Rasen von Preissia zu sammeln, der ausschliesslich androgyne Hüte trug und der, in Cultur genommen, auch im folgenden Jahre reichlich androgyne Inflorescenzen bildete.

Bei allen ausnahmslos war die vordere Hälfte weiblich, die hintere männlich. In der ersteren waren zwei Archegongruppen vorhanden, die nach Lage und Stellung vollkommen den beiden vorderen Archegongruppen normaler Inflorescenzen entsprachen (Fig. 14.) Die hintere Hälfte der Scheibe trug auf ihrer Oberseite die eingesenkten Antheridien. So wie am normalen männlichen Stande zeigte der männliche Theil der Scheibe einen dünnen Randsaum, der aber nur nach hinten in der Scheibenebene lag, beiderseits hingegen nach unten eingeschlagen war und bis an die Archegongruppen hinreichte. Diese Einschlagung der Seitenränder war die nothwendige Folge des in der vorderen Hälfte stattgefundenen Ueberwallungsprocesses, welcher die Verschiebung der Archegonien auf die Unterseite bewirkte und in ähnlicher Weise auch auf den männlichen Theil des Scheibenrandes einwirken musste. Aber auch noch in ander Weise erschien das Wachsthum des männlichen Scheibentheiles durch den weiblichen beeinflusst. Eine (oder manchmal auch zwei) in der Mitte der Scheibe und am meisten nach vorne gelegene Antheridie erschien nämlich nicht in das Gewebe versenkt, sondern war, auf einem langen Stiele befestigt, ganz über der Scheibenoberfläche gelegen und dabei von doppelter Grösse als die weiter nach rückwärts gelegenen

---

*) Vergl. Nees l. c. pg. 120 und 134.

**) Ueber die Verzweigung dorsiventraler Sprosse in Sachs: Arbeiten . . . Bd. II, pg. 372.

Digitized by Google

und in normaler Weise in das Gewebe versenkten. Es war hier offenbar wegen des im angrenzenden der weiblichen Hälfte angehörigen Gewebe sich geltendmachenden ganz verschiedenen Wachsthumsvorganges die Versenkung unterblieben.

Ich glaube, dass sich die Erklärung derartiger androgyner Inflorescenzen von selbst ergibt, wenn wir uns gegenwärtig halten, dass das Receptaculum von Preissia als ein Sprosssystem aufgefasst werden muss, und weiter, dass es ja in der That monöcische Individuen gibt. Wir dürfen dann nur annehmen, dass die geschlechtliche Differenzirung der Sprosse später, als unter normalen Verhältnissen erfolgt ist. Stellen wir uns ferner das typische Preissia-Receptaculum als ein aus vier Gabelzweigen zusammengesetztes Sprosssystem vor, so müssen wir für diese androgynen Hüte annehmen, dass die beiden mittleren Zweige (d. i. die einander zugekehrten der beiden, durch die zweite Gabelung entstandenen Paare) weiblich, die beiden seitlichen (rechts und links jener liegenden) männlich geworden sind. Es ist nun bezüglich dieser gegenseitigen Lage der männlichen und weiblichen Sprosse die Vergleichung mit anderen monöcischen Marchantiaceen nicht uninteressant: Bei Reboulia z. B. (vergl. Taf. III, Fig. 12 und 13) sehen wir weitaus am häufigsten genau dieselbe Geschlechtervertheilung, und zum mindesten sind wenigstens die mittleren Zweige weiblich. Auch bei Fegatella und ebenso bei Marchantia (zwei allerdings diöcischen Gattungen) entstehen in gleicher Weise die weiblichen Hüte an den inneren (mittleren) Sprossen zweier Gabelpaare, während hier freilich die beiden äusseren immer steril bleiben. Ich möchte also allerdings glauben, dass die androgynen Hüte bei Preissia durch die ursprünglich monöcische Anordnung der Geschlechtsorgane (und zwar auf verschiedenen Sprossen der Pflanze) ganz leicht erklärt werden können.

10. Marchantia, Tafel IX.

Es wäre zweifellos von hohem Interesse und würde unsere Kenntnisse bezüglich des Baues der sterilen wie der fertilen Thalluszweige wesentlich erweitern und zur Beantwortung mancher Fragen der vergleichenden Morphologie der Marchantiaceen und wohl auch zur Begründung einiger von mir diesbezüglich gegebenen Deutungen beitragen, wenn man es unternehmen wollte, die zahlreichen Arten dieser Gattung einer genaueren vergleichenden Untersuchung zu unterwerfen.

Ich habe auf dies Unternehmen verzichten müssen, weniger desshalb, weil der Abschluss meiner Arbeit auf eine viel spätere Zeit hätte verschoben werden müssen, als vielmehr aus dem Grunde, weil mir in der That nur wenige Arten, und dazu in wenigen, nicht sehr gut erhaltenen Herbarexemplaren zur Verfügung standen, für die Untersuchungen aber, die ich hier im Auge habe, ein reichliches, wo möglich lebendes, zum Mindesten aber in Alkohol conservirtes Material fast unentbehrlich ist.

Ich habe mich daher vorzüglich nur mit *M. polymorpha* beschäftigt, und vorzüglich auf diese Art beziehen sich die nachfolgenden Bemerkungen:

Digitized by Google

Es war meines Wissens Taylor*) der erste, der die drei verschiedenen Formen von Ventralschuppen, welche bei *M. polymorpha* vorkommen, auffand und genauer beschrieb. Taylor unterscheidet: 1. trockene ei- oder mondförmige weissliche, welche fiederförmig zu beiden Seiten der Achse der Frons stehen (ich werde sie als „Laminarschuppen" bezeichnen); 2. länglich stumpfe, mit den sub. 1 angeführten alternirende und über die Ränder der Frons (häufig) hervortretende (es sind die schon von Schmiedel gesehenen „Randschüppchen"); 3. längliche purpurrothe**), am Rande farblose, abwechselnde, welche auf der Mittellinie selbst stehen, sich mit den Rändern über einanderrollen, und dadurch auf der Achse der Ventralseite einen erhabenen Kiel bilden (ich werde sie „Medianschuppen" nennen). Diese letzte Art von Schuppen entspricht unzweifelhaft den auch bei anderen Marchantiaceen vorkommenden (und, wie es scheint, auch bei einigen Marchantiaarten allein vorhandenen), abwechselnd zweizeilig gestellten eigentlichen Ventralschuppen. So wie etwa bei Lunularia verlaufen ihre Insertionen Anfangs längs der Mittelrippe, wenden sich dann in einem nach der Thallusspitze schwach convexen Bogen nach aussen, und gehen ungefähr bis zur Mitte der laminaren Ausbreitung der Frons. Längs des Verlaufes an der Mittelrippe decken sich die freien (einander zugekehrten) Ränder dieser Schuppen und bilden so eine Art Scheide, in welcher, die Rhizoidenbündel verlaufen. Schon aus diesen Merkmalen, die wir eben auch bei den übrigen Marchantiaceen finden, ergibt sich ihre oben gegebene Deutung; es spricht dafür aber weiter noch der Umstand, dass an ihnen sich das Spitzenanhängsel findet, das, als der zuerst gebildete Theil der Schuppe, bei Marchantia wie bei Lunularia, Preissia etc. den Scheitel deckend, durch die Scheitelbucht bis auf die Dorsalseite hinüberreichte.

Die „Randschüppchen", von deren angeblichem Fehlen oder Vorhandensein man seinerzeit die Unterscheidung zweier Varietäten abhängig machte, und die man später als eine nur den männlichen Pflanzen zukommende Eigenthümlichkeit erklärte, fehlen, wie schon Bischoff***) hervorhob, keinem Individuum vollständig, erscheinen aber nicht immer über die Seitenränder der Frons zahnartig hervorstehend, sondern sind häufig durch diese von oben vollkommen verdeckt und entgehen daher leicht der Beobachtung. Sie sind schon nahe dem Vorderrande des Thallus vollkommen vertrocknet (ihre Zellen desorganisirt), zeigen weiter nach rückwärts kaum mehr eine zellige Textur und sehen eher anorganischen krustenförmigen Plättchen ähnlich. Ihre Insertionen sind immer vom Laubrande entfernt auf der Ventralseite gelegen und im Allgemeinem demselben parallel. Bei ihrer Kleinheit (1 □Mm.) und der Undeutlichkeit aller Ventralschuppen war es mir unmöglich, mit Sicherheit zu entscheiden, ob sie bezüglich ihrer Zahl und Stellung zu den Medianschuppen bestimmte Beziehungen

*) De Marchantieis, in: Transactions of the Linn. Society Bd. XVII, pg. 377 und Nees: Naturgeschichte etc. Bd. IV, pg. 80.

**) Oefters aber auch farblos bleibende.

***) Ueber die Lebermoose, in Nova Acta . . . Bd. XVII, pg. 984.

Digitized by Google

zeigen. Was ich gesehen habe, spricht nicht für eine solche Annahme. Mir scheint ihre Zahl immer grösser zu sein, als die der Medianschuppen. Selbstverständlich aber ist die Vermuthung von Nees, es wären die Randschüppchen den röthlich gefärbten Spitzenanhängseln (siehe oben) analog, von der Hand zu weisen, denn diese sind ja nie selbstständig am Laube inserirt, sondern Randanhänge der Medianschuppen und sind, wie schon oben erwähnt, häufig auch an älteren Schuppen noch erhalten.

Die Laminarschuppen stehen auf der Mitte der Laminarflächen beiderseits der Mittelrippe, schieben sich zwischen die Medianschuppen, ohne jedoch je die Mittelrippe zu erreichen. Ihre Insertionen treten häufig sehr nahe an die der Medianschuppen heran und häufig hat es den Anschein, als ob sie gegenseitig zusammenhingen. In anderen Fällen stellen sie gewissermassen die Verbindung der Median- mit den Randschuppen dar und erscheinen also nur als Fortsetzungen jener nach dem Rande hin. So weit diese beiden Schuppenformen (Median- und Laminarschuppen) reichen, entspringen aus der Laubfläche (und auch aus den Schuppen selbst) zahlreiche Zäpfchenrhizoiden, die dann bündelweise in den Achseln der Schuppen und von diesen gedeckt nach der Mittelrippe hin verlaufen. Da die Schuppen auch bei Loupenvergrösserung nur zum geringsten Theile erkennbar sind, so erhält die Ventralseite der Frons ein Aussehen, als ob „feine aderförmige, einfache oder gablige, erhabene Züge („Fältchen") vorhanden wären, welche von der Mittellinie jedes Theiles im spitzen Winkel schief und etwas bogig nach dem Rande laufen, zuweilen abgebrochen sind, zuweilen gabelig in dessen Läppchen eintreten". (Nees l. c., pag. 82.)

Eine ähnliche Stellung und Ausbildung der Schuppen scheint auch *M. plicata* *) zu besitzen, während andere Arten, wie *M. Domingensis, M. nitida,* nur die Medianschuppen zu haben scheinen. Auch bei *M. chenopoda* treten eigentlich nur die letzteren deutlich hervor da die Randschüppchen durchaus, und die Laminarschuppen streckenweise fehlen. Wo sie aber auftreten, erscheinen sie als ungemein kleine, verschieden geformte Lappen, theils in die Fortsetzung der Medianschuppen gestellt, theils zwischen diese eingeschoben, schwanken also bezüglich ihrer Stellung in gleicher Weise, wie bei *M. polymorpha.* Die reichste und mannigfaltigste Beschuppung scheint *M. lamellosa* zu besitzen, bei welcher Art die Beschreibungen drei bis vier Reihen von Schuppen an jeder Längshälfte angeben, die ebenso durch ihre Grösse, wie durch ihre dunkle Farbe ganz deutlich hervortreten sollen.

Wie ist nun diese Schuppenbildung zu deuten? Wenn man nur *M. polymorpha* in Betracht zieht, so könnte man auf die Vermuthung kommen, dass auch hier wie bei den verwandten Gattungen ursprünglich nur zwei Längsreihen von Schuppen angelegt würden. In Folge des starken Breitenwachsthumes des Laubes könnte aber jede Schuppe zerrissen werden und normal in drei Theile (Rand-, Laminar- und Medianschuppe) zerfallen. Es hätte ein

*) Nach den Abbildungen Gottsche's auch *M. tabularis.*

Digitized by Google

solcher Vorgang Nichts Ungewöhnliches, da ja bei vielen Ricciaarten die beiden Schuppenzeilen ebenfalls aus einer einzigen und ursprünglich median gelegenen hervorgehen. Es sprechen für diese Erklärung namentlich jene oben erwähnten Fälle, wo die Laminarschuppen sich in ihrem Verlaufe an die Medianschuppen anschliessen, und so gewissermassen ein Mittelstück zwischen diesen und den Randschüppchen darstellen. Auch der Umstand, dass die Laminarschuppen-Insertionen häufig nicht in die Verlängerung derer der Medianschuppen fallen, würde nicht gegen diese Annahme sprechen, da dies ja, wie in vielen anderen Fällen, durch Verschiebungen in Folge ungleichen Wachsthums des Thallus leicht erklärt werden könnte. Es spricht aber gegen diese Deutung der schon oben erwähnte Umstand, dass die Zahl der Randschüppchen grösser ist, als die der Medianschuppen, und dass auch diese in Bezug auf ihre Anzahl mit den laminaren nicht übereinstimmen. Es bleibt also kaum eine andere Annahme übrig, als die ihrer selbstständigen Anlage zunächst dem Scheitel, und es hätte dieser Vorgang dann etwa in der Schuppenbildung von Ricciocarpus sein Analogon *). Es war mir aber unmöglich, dies durch directe Beobachtung der Vorgänge am Scheitel sicherzustellen. Wohl sah ich, dass der die Scheitelbucht begrenzende Thallusrand an Stellen, die von dem im Winkel der Bucht gelegenen Scheitelrande entfernt, also über, respective vor ihm gelegen waren, noch ganz junge Schuppenanfänge mit selbstständigen Insertionen zeigte, was mit obiger Annahme wohl übereinstimmen würde. Es wäre aber immerhin möglich, dass dies schon secundäre Zustände wären, dass also diese scheinbar mit selbstständigen Insertionen versehenen Schuppenanlagen ursprünglich mit den unmittelbar am Scheitel sich vorfindenden verbunden gewesen wären. Nehmen wir aber die selbstständige Anlage aller Schuppen als richtig an, so würden sich *Marchantia polymorpha* und die diesbezüglich sich gleich verhaltenden Arten von den übrigen verwandten Arten und Gattungen dadurch unterscheiden, dass ausser den unmittelbar am Scheitel angelegten, den Ventralschuppen dieser homologen, Medianschuppen noch ausserhalb des Scheitels am fortwachsenden Thallusrande andere Schuppengebilde angelegt würden. Ich glaube, dass eine sichere Entscheidung, welche von beiden angegebenen Möglichkeiten der Entstehung der Schuppenformen dem wirklichen Sachverhalte entspreche, durch weitere Untersuchungen an *M. polymorpha* kaum wird erlangt werden können, und es dürfte für derartige Untersuchungen wohl *M. lamellosa* am meisten geeignet sein.

Da ich das Wesentlichste über Ausbildung des Laubes, besonders in Bezug auf die Luftkammerschichte, schon im allgemeinen Theile besprochen habe, will ich auf diese Verhältnisse hier nicht wieder eingehen, und wende mich sogleich zur Besprechung der Anlage und Ausbildung der Geschlechtsstände.

Wenn bei Marchantia auch während der ganzen Vegetationszeit fortwährend Inflorescenzen angelegt werden und man im Spätherbste neben reifen Fruchtständen auch kaum

*) Würde auch auf die den Unterblättern ähnlichen Schuppen von Blasia erinnern. Vergleiche Heft I, pg. 27.

Digitized by Google

bemerkbare Anlagen weiblicher Inflorescenzen findet, so ist doch das erste Frühjahr die günstigste Zeit für ihre Bildung, und somit auch für das Studium ihrer Entwicklung.

Der Anlage eines Standes geht, wie bei Lunularia (vergl. Taf. VI, Fig. 1), immer und ausnahmslos eine Gabelung des Thallusscheitels unmittelbar voraus. Im ersten Frühjahre — kaum nach dem Wiederbeginne der Vegetation — beobachtet man daher in der Laubbucht des Vorderrandes (oder wenn hier zwei vorhanden sind, in beiden derselben) zwei dicht neben einander liegende und durch einen kleinen Mittellappen getrennte Scheitel, von denen nun einer fertil wird, der andere aber steril weiterwächst. Gegenüber von Lunularia besteht aber der Unterschied, dass dort der fertile Gabelzweig sogleich zur Anlage des Standes fortschreitet, und somit einen sterilen Laubtheil gar nicht entwickelt. In Folge davon setzt der sterile Zweig sympodial den Thallus fort, der Geschlechtsstand wird ganz zur Seite gedrängt und erscheint somit in einer Seitenbucht desselben. Auch bei Marchantia überwächst der sterile Gabelzweig sehr bald den fertilen, auch fällt seine Wachsthumsrichtung gar nicht selten mit der des gemeinsamen Fussstückes zusammen; der fertile Zweig entwickelt aber in Folge des starken intercaleren Wachsthums ebenfalls eine Laubachse, die aber weit kürzer bleibt, und dann als Seitensprossung an diesem erscheint. Ein weiterer Unterschied gegenüber Lunularia ist der, dass bei letzterer Gattung der steril fortwachsende Gabelzweig schon bei seiner nächsten Gabelung wieder einen der Zweige fertil ausbildet (Taf. VI, Fig. 26), während dies bei *Marchantia polymorpha* (entsprechend der viel reicheren Verzweigung des Thallus) erst bei der zweitnächsten Gabelung eintritt (Taf. IX, Fig. 19). Freilich kommen häufig genug Ausnahmen von diesem typischen Wachsthume vor, die aber nie so weit das gesammte Wachsthum und den Habitus eines stark verzweigten und reich fruchtenden Thallus modificiren, dass nicht der auffallende und oben charakterisirte Unterschied zwischen Marchantia und Lunularia auf den ersten Blick hervortreten würde.

Die Anlage des Blüthenstandes geht ganz wie bei Preissia vor sich: Zuerst Breiterwerden des Scheitelrandes und Bildung eines Höckers in der Scheitelfurche, dessen Vorderrand von der Querreihe der Scheitelrandzellen eingenommen wird (vergl. Taf. VII, Fig. 4). Auch hier umfasst dann diese Querreihe von Zellen (Scheitelrand) in dem Masse, als der Höcker heranwächst, einen immer grösseren Theil der Peripherie, während zugleich jener in Folge seines peripherischen Breitenwachsthums an der Basis eine halsartige Einschnürung erhält, deren Ausbildung vom Vorderrande nach rückwärts fortschreitet (Fig. 1 und 2). Mit dieser von vorne beiderseits nach rückwärts fortschreitenden Ausbildung des Hutes hält auch die Anlage der Hüllschuppen gleichen Schritt; doch schliessen ihre Insertionen nie zu einem vollkommenen Kreise zusammen.

Die Archegone werden in einem noch späteren Entwicklungsstadium des Höckers angelegt als bei Preissia. Ich fand öfters Köpfe bis zu 0·15 Mm. Durchmesser, wo noch keine Spur von Geschlechtsorganen zu erkennen war. In diesem Stadium ungefähr, manchmal etwas früher, manchmal etwas später, treten die ersten Archegone auf. Sie erscheinen,

Digitized by Google

wie auch Hofmeister*) angibt, am Rande des jungen Fruchtkopfes, gewöhnlich zu acht in regelmässige Entfernungen gestellt, wovon nur die beiden am weitesten nach rückwärts gelegenen eine Ausnahme machen, da zwischen ihnen ein viel grösseres Stück der Scheibenperipherie eingeschaltet ist, als zwischen den übrigen (Fig. 2 und 3). Sie scheinen ziemlich gleichzeitig gebildet zu werden, doch tritt, wenn überhaupt ein Unterschied wahrnehmbar ist, die frühere Entwicklung der des vorderen (dem Vorderrande der Pflanze zugewendeten) Theiles des Fruchtkopfes unzweideutig hervor. Man erkennt dies später, wenn schon Archegongruppen gebildet sind, noch deutlicher. Mehr aber, als die frühere Entwicklung der vorderen Gruppen, fällt jedoch, sowie bei Preissia, die einer Längshälfte auf, und dies scheint auch Hofmeister gesehen und in seiner Fig. 12 auf Taf. XI abgebildet zu haben.**)

Noch nach der Anlage der Primärarchegone zeigt der Fruchtkopf von unten betrachtet einen gleichmässig gekrümmten Seitenrand, über den die vorderen Archegonanlagen papillenartig hervorsehen, während die rückwärts gelegenen theils wegen ihrer geringeren Grösse, theils wegen der schwächeren Convexität der hinteren Fruchtkopfhälfte, noch ganz vom Seitenrande gedeckt werden (Fig. 2).

Nach der Anlage der ersten Archegone (Primärarchegone) vollzieht sich nun eine wesentliche Umrissveränderung des jungen Hutes. Das in der Mitte desselben weitaus überwiegende Breiten- und Dickenwachsthum bewirkt eine Verschiebung des Scheitelrandes auf die Unterseite des Hutes, wobei zu gleicher Zeit auch die Primärarchegone von dieser Verschiebung betroffen werden. Da ferner an den Insertionen dieser das weitere Dickenwachsthum des Hutes sistirt ist, so bilden sich in der Hutperipherie an diesen Stellen Einkerbungen, wodurch der Grund zur späteren lappigen Form des Fruchtkopfes gelegt ist. Da nun weiters die unmittelbar vor den Primärarchegonen gelegene Partie des Scheitelrandes stärker wächst als die sterilen Partien desselben, und zwar nach erfolgter Verschiebung auf die Unterseite des Hutes nun in centripetaler Richtung, so treten diese Partien gar bald als Vorsprünge gegenüber jenen hervor, und der gesammte Scheitelrand zeigt nun so wie der Hutrand einen welligen Umriss, doch entsprechen die Buchten des einen den Zähnen (Vorsprüngen) des andern und umgekehrt (Fig. 3).

---

*) Vergleichende Untersuchungen pg. 56.

**) Hofmeister bezieht sich auf diese Figur, um seine Angabe, dass die Archegone der vorderen Fruchtkopfhälfte später entwickelt werden als die der hinteren, zu unterstützen. Aus dieser Figur ist aber durchaus nicht ersichtlich, welche Hälfte die vordere, welche die hintere ist. Sie ist aber auch unrichtig, denn sie zeigt bei acht Archegongruppen nur acht Strahlenanlagen, während neun vorhanden sein müssten, da ja in jedem Falle in Folge des Ausfalles einer Gruppe zwischen den beiden hinteren Strahlen (vergl. allgem. Theil pg. 34) die Zahl der letzteren immer um 1 grösser sein muss, als die der Archegongruppen. Die zweite von ihm angezogene Figur 13 beweist ebenfalls Nichts, denn der Schnitt geht nicht durch die Mitte des Fruchtkopfes (da sonst rückwärts keine Archegongruppe getroffen worden sein könnte), sondern ist seitlich geführt und kann somit die beiden Gruppen, als Radialstrahlen des Fruchtkopfes, unmöglich in der Richtung ihres Längsverlaufes treffen.

Digitized by Google

Unmittelbar nach Anlage der Primärarchegone treten neben und vor ihnen neue Archegonanlagen auf. Ihre Mutterzellen liegen dicht neben einander und in dem Masse, als der Scheitelrand zu jenem vorspringenden Lappen auswächst, werden in den unmittelbar aus den Randzellen abgeschnittenen Segmenten (die natürlich dorsalen Segmenten entsprechen) neue Anlagen erkennbar (Fig. 5). Wie an der (nun freilich erdwärts gewendeten) Dorsalseite Archegone, werden aus den, den ventralen Segmenten entsprechenden Zellen Schuppen (die also den Ventralschuppen des sterilen Thallus entsprechen) gebildet, die successive in dem Masse, als der sie producirende Scheitelrand nach dem Hutcentrum vorrückt, in die rechts und links von diesem entstehenden Furchen verschoben werden, in gleicher Weise, wie am sterilen Thallus die an dessem Seheitel angelegten Ventralschuppen nach rückwärts zu liegen kommen. Besser als durch eine weitere Beschreibung wird der Wachsthumsvorgang aus der Betrachtung und Vergleichung der betreffenden Abbildungen verständlich. Der in Fig. 6 dargestellte fertile (nach der Hutunterseite eingeschlagene) Lappen (vergl. Fig. 4) stellt eigentlich einen an seiner Dorsalseite Archegonien producirenden Thallusscheitel dar (wie dies bei Targionia der Fall ist). Dabei ist die Dorsalfläche in Folge der starken Entwicklung der ventralen Gewebetheile rinnig und über die aufgebogenen Seitenränder sehen die Ventralschuppen hervor, was ja Alles wieder z. B. bei Targionia ganz in gleicher Weise auch am sterilen Laube beobachtet werden kann. Ein weiteres Entwicklungsstadium des fertilen Lappens stellt Fig. 7 dar. Sein Rand erscheint aufgerichtet und nach rückwärts (in normaler Lage gegen den Hutrand hin), so weit als die Archegongruppe reicht, zu einer gezähnten einschichtigen Lamelle ausgewachsen (vergl. Fig. 8), aus welcher der den Archegonstand seitlich (d. i. nach den Schirmstrahlen hin) und centrumwärts umgebende Theil der Hülle hervorgeht. Ihr nach der Scheibenperipherie, d. i. z w i s c h e n den zwei Schirmstrahlen gelegener Theil (Fig. 9) verdankt seine Entstehung dem die Luftkammerschichte bildenden, hinter resp. ausserhalb der Archegongruppe gelegenen Laubtheile (Fig. 9). Es bildet sich eine die Ränder der beiden Strahlen verbindende, wulstförmige, von der Luftkammerschichte durchsetzte Leiste, welche aber in der Mitte eingefaltet ist (Fig. 10), und aus deren Kamme später durch Auswachsen einer Zellreihe eine einschichtige, die Hülle nach dieser Seite ergänzende Lamelle sich erhebt. Es ist eine Folge jener Einfaltung des Ringwulstes, dass auch die Hülle an der entsprechenden Stelle eine Falte zeigt, welche freilich später in Folge der ungemeinen Vergrösserung des Blüthenbodens, namentlich bei der Anlage mehrerer Früchte, wieder ausgezogen wird und verschwindet, und deren Anlage vielleicht eben in der dadurch gegebenen Möglichkeit, später (bei Entfaltung des Schirmes) rasch einen viel grösseren Raum zu umschliessen, ihre Erklärung findet. Aus dem oben Mitgetheilten geht hervor, dass bei Marchantia wie bei Preissia die Hülle eigentlich aus zwei Theilen besteht: dem aus der Laubfläche gebildeten, den Archegonstand nach aussen umgebenden, und dem durch Auswachsen des eigentlichen (nun auf die Unterseite verschobenen) Scheibenrandes entstandenen, der die Archegongruppe seitlich und nach innen umschliesst.

Digitized by Google

Ich habe schon oben der Anlage des Schirmstrahles und seiner „Rinne“ gedacht. Seine Verlängerung geschieht nun ausschliesslich durch intercalares Wachsthum, wie es schon aus der Vergleichung der Figuren 3, 4, 6, 9 hervorgeht. Dadurch werden aber auch die dicht am fertilen Scheitel entstandenen Hüll-(d. i. Ventral-)schuppen und ebenso auch die um ihre Insertionen angelegten Zäpfchenrhizoiden in die sich verlängernde Rinne des Strahles hineingezogen, und es umsäumen die ersteren daher nicht blos die Basis der Hülle, sondern setzen sich in der Rinne auch weiter noch, und überhaupt bis an ihr Ende fort, sind aber, weil bis zur Unkenntlichkeit verzogen und im dichten Rhizoidenbündel versteckt, nur schwierig frei zu präpariren.

Es wurde schon oben bemerkt und geht aus den Figuren 5 und 6 auf das Unzweifelhafteste hervor, dass die Archegone — so wie bei Preissia — aus dicht aneinanderliegenden Oberflächenzellen gebildet werden. Da später, so wie dort, um viele Archegone Perianthien sich bilden und auch diese von einander mehr weniger weit entfernt am Blüthenboden inserirt sind, so folgt daraus nothwendiger Weise, dass ebenso die Perianthien als das ganze Oberflächengewebe zwischen denselben, und ebenso die aus diesen secundären Oberflächenzellen später entstehenden Gliederhaare und Schuppen aus den Stielzellen der Archegone gebildet werden müssen. Wir können uns dies in der Weise vorstellen, dass wir annehmen, dass die aus den Stielzellen gebildeten Perianthien in Folge des starken Flächenwachsthumes des Blüthenbodens und des dadurch auf ihre Basis in der Richtung dieses Wachsthumes ausgeübten Zuges in ihren unteren Theilen zur Fläche ausgezogen werden.

Es wird allerorts angegeben, dass die Archegone am Specialblüthenboden zweizeilig („in Doppelreihen“) geordnet stehen. Dies kommt nun allerdings öfters vor, und namentlich an Hüten, welche mehr als die typische Zahl von acht Specialblüthenböden (also wie man sagt, mehr als neun Strahlen) besitzen, findet man immer in einigen der letzteren diese Stellung der Archegone. Aber weitaus häufiger und namentlich an normal- (d. i. neun-)strahligen Hüten fast ausnahmslos (Fig. 3, 4, 5, 6. 7) findet man diese Organe zu drei in einer Querreihe, und es kann so die Zahl der Archegone eines Standes bis 14 und mehr steigen.

Die Anlage der Perianthien ist hier, wie überall, von der Befruchtung durchaus unabhängig, und sie bilden sich auch an nicht befruchteten Archegonen wenigstens so weit aus, dass sie deren Bauchtheile scheidenartig umhüllen. Freilich findet man in jedem Specialblüthenstande auch Archegone ohne Perianthien, es sind dies aber immer solche, welche in einem früheren Entwicklungsstadium, wo die Perianthienbildung kaum begonnen hatte, abgestorben waren.

Die Strahlen des Hutes sind bekanntlich Anfangs nach abwärts gerichtet, dem Träger anliegend, und der Hut sieht einem zusammengelegten Schirme nicht unähnlich. Die spätere Aufrichtung der Strahlen, d. i. die Ausspannung des Schirmes ist eine Folge des starken Flächenwachsthumes der Specialblüthenböden, welches auch das oben erwähnte Auseinanderrücken der Perianthien bedingt, und das durch die spätere Bildung einer oder

Digitized by Google

mehrerer Früchte und speciell durch die Ausbildung der Kalyptra noch mehr gesteigert wird, so dass die Strahlen endlich sogar nach aufwärts gerichtet werden, und der Hut dadurch an der Oberseite selbst vertieft werden kann.

Die Vorgänge bei der Bildung der Calyptra und der Entstehung und Ausbildung des Sporogones haben theils schon im allgemeinen Theile gelegentliche Besprechung gefunden, theils sind sie schon durch Untersuchungen früherer Forscher hinreichend bekannt, so dass ich hier darauf nicht mehr einzugehen brauche.

Die Anlage der männlichen Hüte erfolgt ganz in gleicher Weise, wie die der weiblichen, und bis zum Stadium der Anlage der Geschlechtsorgane ist es absolut unmöglich, nach der Lage und Gestalt des Höckers sein Geschlecht zu bestimmen. Die Vorgänge bei Anlage der Antheridien — bezüglich der Lage der zuerst sichtbar werdenden am Höcker, und der Entstehung weiterer nach dem Rande hin, die Abscheidung der Antheridienmutterzelle und ihre spätere Versenkung, die bezüglich des Zeitpunktes mit der Anlage der Luftkammerschichte zusammenfällt, — sind ganz mit denen bei Preissia übereinstimmend, und ich kann auf das dort Gesagte verweisen.

Die weiblichen wie männlichen Hüte von Marchantia übertreffen bezüglich der Zahl der an ihnen zur Anlage gelangenden Geschlechtsorgane weitaus die Inflorescenzen aller übrigen Marchantiaceen. Nehmen wir bei beiden die Zahl von acht Strahlen (d. i. acht Gruppen von Organen; entsprechend den acht durch wiederholte Gabelung gebildeten Scheiteln) als normal, und die Zahl von Organen in einer Gruppe mit nur 15 an, so erhalten wir für jeden Hut 120 Organe, eine Zahl, welche aber an normal ausgebildeten Hüten in der Regel sogar überschritten wird. Bei kümmerlich vegetirenden Individuen freilich kann die Zahl auch weit unter dieses Mittel sinken, und namentlich die aus Sporen erzogenen Pflanzen zeigen sehr häufig eine viel geringere Zahl von Specialständen, und weniger Organe in denselben. Solche, selbstverständlich auch viel kleiner bleibende Hüte — männliche wie weibliche — haben häufig nur vier Organgruppen, was darauf schliessen lässt, dass hier nur eine zweimalige Gabelung des fertilen Scheitels eingetreten, die letzte Gabelung also in allen (vier) Scheiteln unterblieben ist; — eine Hemmung in der Entwicklung, die an die normalen Vorgänge bei Preissia und Lunularia erinnert.

Die Sporen von Marchantia unterscheiden sich von denen der meisten übrigen Marchantiaceen sowohl durch ihre geringe Grösse, wie durch das fein granulirte Exospor*) und erinnern vielmehr an die typische Form derselben bei den Jungermanniaceen. Bezüglich der schon vielfach studirten Keimung**) sei nur erwähnt, dass bei aller Mannigfaltigkeit in Ausbildung der ersten Stadien denn doch immer endlich an der Spitze eines gegliederten

*) Bezüglich der Grösse der Sporen stehen am nächsten Lunularia und Dumortiera; auch zeigen die verhältnissmässig riesigen Sporen von Fegatella dieselbe Verdickung des Exospors.

**) Besonders von Mirbel und Grönland (l. c.).

Digitized by Google

Zellfadens eine Zellfläche sich ausbildet, die an ihrem Scheitelrande eine zweischneidige Scheitelzelle erkennen lässt (Fig. 13). Das Verhalten des Exospors ist ganz vom Verlaufe des ersten Keimungsstadiums abhängig: Beginnt die Keimung mit einer Schlauchbildung an bestimmten Stellen der Spore (Bildung eines Rhizoides oder eines Keimschlauches), so wird jenes an diesen Stellen durchrissen, in den übrigen Theilen aber wenig gedehnt; bleibt also lange erkennbar und wird später abgeworfen. Manchmal beobachtet man aber vorerst ein allseitiges Wachsthum der Spore. In solchen Fällen wird das Exospor gleichmässig gedehnt und dabei immer undeutlicher; seine Reste werden nur selten, in Form von kleinen unregelmässigen Fetzen dem Keimgebilde da und dort anhaftend, aufgefunden.

Der Abschluss der zweiseitigen Segmentirung und der Uebergang in die vierseitige erfolgt in gleicher Weise wie bei Preissia und den Farrnprothallien durch Auftreten einer die Scheitelzelle durchsetzenden Querwand. In Folge des nun auch bemerkbar werdenden stärkeren Dickenwachsthumes der Dorsalseite wird der Scheitel immer mehr von der Mitte des stark gekrümmten Vorderrandes nach der Ventralseite gerückt (Fig. 14) und zugleich die Scheitelbucht vertieft.

Mediane den Scheitel in sich aufnehmende Längsschnitte durch Keimpflänzchen, die diesen Entwicklungszustand zeigen, lassen normal fünf übereinander liegende Zellschichten erkennen, von denen zwei aus den ventralen, drei aus den dorsalen Segmenten gebildet zu werden scheinen. Die beiderseits an der Oberfläche liegende Zellschichte ist dabei durch einen viel reicheren Gehalt an Chlorophyllkörnern von den inneren Zellen auffallend verschieden (Fig. 14), und diese den Thallus beiderseits begrenzenden Schichten sind es auch, durch welche fast ausschliesslich das weitere Dickenwachsthum der medianen Laubtheile vermittelt wird. Vorerst ist es die ventral gelegene Schichte, welche sich durch peripherisches Dickenwachsthum in drei Schichten spaltet, deren äusserste sich endlich zu der kleinzelligen namentlich an der Mittelrippe des Pflänzchens auffällig hervortretenden Oberhaut ausbildet. Von diesem mit Zelltheilungen verbundenen Wachsthume in Dicke und Breite bleiben aber einzelne Zellen ausgeschlossen, welche sich schon vom Anfange an durch viel geringeren Chlorophyllgehalt auszeichnen. Sie wachsen zu den weiten, unverdickten Rhizoiden aus, deren Mutterzellen also in ähnlicher Weise wie an den Brutknospen, früher als überhaupt eine Schlauchbildung wahrgenommen wird, als solche erkannt werden können (Fig. 14).

Viel später als an der Ventralseite beginnt das Dickenwachsthum der an der Dorsalseite gelegenen oberflächlichen Zellschichte. In der Regel erscheinen die Pflänzchen schon einmal gabelig getheilt, und in den Gabelzweigen schon die zweite Gabelung angelegt wenn (an der Basis des jungen Mittellappens) die ersten Tangentaltheilungen in dieser Schichte bemerkbar werden. Sie treten Anfangs durchaus local auf und sind beschränkt auf oft ziemlich entfernt von einanderstehende Gruppen von vier Zellen, die in ihrer Gesammtheit schon früher als Höcker über die Oberfläche sich erheben (Fig. 20 a), aber nicht auf eine

Digitized by Google

Mutterzelle (etwa durch Kreuztheilung derselben) zurückgeführt werden können. Mit diesen localen Spaltungen der oberflächlichen Zellschichte ist immer auch die Anlage von Luftkammern und Athemöffnungen verbunden, die in der Weise erfolgt, dass an dem gemeinsamen Berührungspunkte aller acht Zellen (vier in jedem Stockwerke, Fig. 20) ein Intercellularraum sichtbar wird, der sich zur Luftkammer vergrössert (vergl. Fig. 17), worauf dann später an der Stelle, welche dem Zusammenstosse der vier, ursprünglich das äussere Stockwerk bildenden Zellen entspricht, sich der Athemcanal ausbildet (Fig. 15).

Die ersten Luftkammern am (oft schon bis 1 Cm. langen und 0·5 Cm. breiten) Keimpflänzchen erscheinen somit gewissermassen als in die ursprüngliche Oberhaut derselben da und dort eingeschobene Höhlungen; ihre Entstehung ist durch das locale und peripherische Dickenwachsthum des Laubes bedingt.

Durch die soeben geschilderten Vorgänge bei Anlage der Luftkammern und Athemöffnungen unterscheiden sich die Keimpflänzchen von Marchantia von denen aller übrigen bis nun diesbezüglich untersuchten Gattungen und selbst von der sonst so übereinstimmend gebauten und gewiss auch nahe verwandten Gattung Preissia, wo überall die Anlage dieser Bildungen nicht allein in viel früheren Entwicklungsstadien der Keimpflänzchen, sondern auch viel näher an deren Scheitel stattfindet, und wo überall sogleich eine continuirliche, die ganze Dorsalseite einnehmende Luftkammerschichte gebildet wird. Letzteres ist nun auch am erwachsenen Thallus von Marchantia der Fall, der aber wieder darin mit den Keimpflänzchen übereinstimmt, dass die Anlage der Luftkammern so entfernt vom Scheitel erfolgt. Wie die Vorgänge am Keimpflänzchen mit denen der erwachsenen Pflanze zusammenhängen, ist mir nicht vollkommen klar geworden. Wahrscheinlich ist es mir aber, dass der Uebergang in der Weise erfolgt, dass die Stelle der Spaltung der ursprünglichen Oberhaut immer näher nach dem Scheitel vorrückt und dass diese alle Zellen derselben ergreift, und nun später erst behufs Anlage der Luftkammerschichte eine abermalige Spaltung der peripherischen Zelllage eintritt. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung und in Folge des gesteigerten peripherischen Dickenwachsthumes erfolgt auch diese zweite und später auch eine dritte Spaltung schon sehr nahe am Scheitel und vor der Region, in welcher die Anlage der Luftkammerschichte erfolgt, welche dann immer durch eine weitere Spaltung der jedesmaligen peripherischen Zellenlage eingeleitet werden muss.

Die Anlage der Ventralschuppen erfolgt weit früher, als die der Luftkammerschichte (Fig. 14) und fällt, wie ich glaube, mit dem Uebergange aus der zweiseitigen Segmentirung in die vierseitige zusammen. Die ersten Schuppen erscheinen als zweizeilig gestellte, mit einer Spitzenpapille gekrönte, wenigzellige Schüppchen, die offenbar den späteren Medianschuppen entsprechen. Viel später treten die beiden anderen Schuppenformen auf; aber ich konnte auch hier nicht zur vollen Klarheit über ihre Anlage kommen: ob sie nämlich als sehr früh abgetrennte Theile der Medianschuppen angesehen werden können, oder (was mir

Digitized by Google

auch hier wahrscheinlicher geworden), als selbstständig am Thallus und etwas entfernter vom Scheitel entstandene Bildungen betrachtet werden müssen.

11. Dumortiera. Taf. VIII.

So sehr die Arten dieser Gattung im Habitus ihres Thallus den typischen Marchantiaceen gleichen, so sehr scheinen sie im Baue desselben von diesen verschieden zu sein. Uebereinstimmend geben alle Beobachter an, dass die Ventralschuppen durchaus fehlen, und dass ebenso auch eine Luftkammerschichte gar nicht entwickelt ist.

Für *D. irrigua*, der jedenfalls am besten bekannten Art, sagt schon Taylor*), dass die Oberhaut aus sehr kleinen, engverbundenen und mit Chlorophyll erfüllten Zellen bestehe, die die Stelle der Luftkammerschichte selbst zu vertreten scheinen. Diese Seite sowohl, wie die Ventralseite soll dafür mit Adern**) versehen sein, welche, von der Mittelrippe ausgehend, sich vielfach verzweigend und unter sich anastomosirend, bis gegen den Rand hin verlaufen; eine Bildung, die aber an trockenen Exemplaren schwer zu erkennen sei.

Auch Lindberg***) beschreibt den Bau der beiderseitigen Oberhaut im Wesentlichen gleich. Die der Dorsalfläche zeige keine Spur von Poren, sei dagegen durch hervorspringende Leisten erhaben reticulirt. Dagegen erwähnt er für die Ventralfläche diese Leistenbildung nicht, aber betont ebenfalls, dass Schuppen durchaus fehlen und nur Rhizoiden vorkommen.

Ich habe diese Verhältnisse ebenfalls bei *D. irrigua* untersucht. Da mir nur Herbarexemplare zur Verfügung standen, so konnte ich die Untersuchung nicht in der Vollständigkeit durchführen, als ich gewünscht hatte, habe aber doch so viel gesehen, um die obigen Angaben wesentlich erweitern und den scheinbar so abweichenden Bau des Laubes mit den bei allen anderen Marchantiaceen vorkommenden in volle Uebereinstimmung bringen zu können. Ich möchte vor Allem erwähnen, dass die Flächenansicht der Dorsalseite an gut erhaltenen Exemplaren, und namentlich an jüngeren Thallustheilen, die durch die anastomosirenden der Oberfläche aufgesetzten Leisten entstehende Areolation ganz in derselben Ausbildung zeigt, wie sie bei den übrigen Marchantiaceen durch die durchscheinenden Scheidewände der Luftkammern in die Erscheinung tritt. Es sieht gerade so aus, als ob etwa bei Marchantia oder Fegatella die Oberhaut und die die Luftkammern ausfüllenden Zellenschnüre entfernt worden, und nur die verticalstehenden Kammerwände stehen geblieben wären. Nach der Scheitelbucht hin werden die Maschen, ganz so wie dort, immer kleiner, bis diese endlich noch weiter nach dem Scheitel hin ganz verschwinden. Nie findet man in der Scheitelbucht die Laub-

---

*) „De Marchantieis, in: Transactions of the Linn. Society 1837 Bd. XVII, pg. 391.

**) Taylor sagt . . . „sed pororum loco ex nervo centrali longitudinali orientes rami cetrinque divergunt," welchen Ausdruck Nees v. Es. (l. c. Bd. IV, pg. 160) mit „Adern" übersetzt.

***) „Hepaticae in Hibernia lectae," Acta soc. scient. fennicae x.

Digitized by Google

oberfläche glatt, und nie lässt sich dort die an älteren Laubtheilen so charakteristische und selbst am Rande der Scheitelbucht noch erkennbare kleinzellige Oberhaut erkennen. Die ganze Bucht erscheint vielmehr mit Resten abgestorbener oder im Absterben begriffener Zellen ausgefüllt, die bald lose durcheinander liegen, bald stellenweise in festerem Verbande bleibend, stumpfere, gedrängt stehende Höcker bilden. Man erhält unwillkürlich den Eindruck, als ob ein abgestorbener Scheitel der Beobachtung vorliegen würde.

Bei genauerer Untersuchung der Leisten, namentlich an jüngeren Thallustheilen, beobachtet man nun häufig, dass die der „Oberhaut" mit einer Zellreihe inserirten Leisten am oberen Rande sich verbreitern (Fig. 8) und der Querschnitt zeigt, dass der vertical stehenden, aus einer Zellschicht bestehenden Leiste eine bandförmige Zellfläche senkrecht aufgesetzt ist (Fig. 9), und wieder wird man an den Bau der Luftkammerschichte der übrigen Marchantiaceen erinnert; es sieht so aus, als ob der grösste Theil der die Luftkammern deckenden Oberhaut zu Grunde gegangen wäre.

Und dies ist denn auch in der That der Fall. Die bis jetzt als Oberhaut bezeichnete kleinzellige Chlorophyll führende Schichte entspricht der bei Marchantia und Verwandten, den Boden der Luftkammern bildenden, die Schnüre grüner Zellen producirenden Schichte, die in Folge der normal eintretenden Zerstörung der mit Athemöffnungen besetzten Oberhaut an die Oberfläche des Thallus gelangte; — die zu einem Netzwerk verbundenen, über diese Schichte vorspringenden Leisten („Adern" Nees'; „rami" Taylor's) sind die erhalten gebliebenen Kammerwände, an denen auch noch Spuren der Decke (Fig. 8 und 9) häufig genug aufzufinden sind. Auch gelang es mir mehrere Male, zunächst der Scheitelbucht Stellen aufzufinden, wo die ganze, die Decke der Luftkammer bildende Zellschichte erhalten geblieben war, und da erkannte man mit voller Deutlichkeit die allerdings etwas verzogenen Athemöffnungen (Fig. 10 a). Die noch weiter nach dem Scheitel hin gelegenen Partien zeigten dann jene, schon oben erwähnten, aus abgestorbenen Zellen gebildeten Höcker (Fig. 10 h), und es liess sich mehrmals an ihrer Spitz die Athemöffnung noch erkennen. Auch Querschnitte zeigen öfters die Luftkammerschichte und die theilweise schon von einander losgelösten Zellen der Decke (Fig. 11), und es ist somit nicht der geringste Zweifel, dass die von mir gegebene Deutung dieser so merkwürdigen und Anfangs so überraschenden Leistenbildung richtig ist. Leider gelang es mir durch kein Mittel, noch jüngere Stadien der Athemöffnungen und Luftkammern aufzufinden, aber ich bin überzeugt, dass die Beobachtung an frischem Materiale, und nur dies kann diesbezüglich ein Resultat versprechen, zeigen wird, dass hier die Bildung der Athemöffnungen und Luftkammern ganz so wie bei den mit einfachen Athemöffnungen versehenen Marchantiaceen vor sich geht.

Nicht selten findet man an älteren Laubtheilen einzelne der directe an die Kammerwände anstossenden Zellen der Decke erhalten. Sie erscheinen als rundliche, mit gebräuntem (abgestorbenem) Inhalt erfüllte Zellen, und sie sind es wahrscheinlich, die Taylor meint, wenn er angibt, dass von „Poren undeutliche Spuren vorhanden wären, nämlich etwas erhabene

Digitized by Google

Zellen, deren Raum durch eine dunkle, körnige Masse erfüllt ist und gleichsam eine Drüse vorstellt, auch sich durch einen gewissen Schimmer auszeichnet" *).

In der Nähe der Receptacula wachsen aber einzelne an die Kammerwände angrenzenden Zellen der Decke zu steifen ziemlich langen Borstenhaaren aus, die also selbstverständlich in ihrer Anordnung vollkommen dem Verlaufe der „Leisten" folgen.

An diesen Stellen beobachte ich ferner öfters, dass auch die Zellen der als Oberhaut fungirenden aber eigentlich dem Boden der Luftkammer entsprechenden Schichte zu kürzeren oder längeren Haarpapillen ausgewachsen waren; eine Bildung, die morphologisch vollkommen den die Luftkammern von Marchantia erfüllenden Zellschnüren entspricht.

Nach Taylor soll auch die Ventralfläche des Laubes ein ähnliches Netzwerk hervortretender Leisten zeigen, während allerdings spätere Beobachter desselben nicht mehr Erwähnung thun. Es ist nun allerdings richtig, dass auch an dieser Seite von der Mittelrippe aus leistenförmige Lamellen bogenförmig gegen den Rand hin verlaufen, ähnlich wie wir es ja auch bei Marchantia häufig finden; nie aber findet man diese Leisten netzartig unter sich verbunden oder nur überhaupt anastomosirend. Es sind eben, so wie bei Marchantia die oft erhalten bleibenden Rudimente der Ventralschuppen, welche in der Regel allerdings sehr frühe zu Grunde gehen, aber in der Nähe des Scheitels mit der grössten Deutlichkeit erkannt und ohne alle Mühe frei präparirt werden können (Fig. 12).

Ich habe die eben besprochenen Verhältnisse, wie schon erwähnt, bei *D. irrigua* untersucht und habe mich überzeugt, dass es sich auch bei *D. hirsuta*, für welche Art die Botaniker ja überhaupt denselben Bau angeben, wesentlich ähnlich verhält, wage aber nicht zu entscheiden, ob dies auch bei allen, überhaupt mit Recht zur Gattung *Dumortiera* gestellten Formen **) der Fall ist, da z. B. bei *D. trichocephala* die Synossis Hep. ausdrücklich von dem Mangel einer Reticulation spricht.

Es macht also *Dumortiera irrigua* im Baue des Laubes von allen übrigen Marchantiaceen keine Ausnahme. Luftkammerschichte mit Athemöffnungen, ebenso die Ventralschuppen werden normal angelegt und ausgebildet, und nur darin besteht ein Unterschied, dass an der Dorsalseite die Luftkammerschichte sehr frühe zerstört wird, und an der Ventralseite die Schuppen das gleiche Schicksal erleiden.

Auch darin verhält sich *Dumortiera* den übrigen Marchantiaceen gleich, dass ihr Thallus beide Arten von Rhizoiden entwickelt, wenn auch die Zäpfchenrhizoiden gegen die unverdickten und weiteren in viel geringerer Zahl vorkommen.

Die Rhizoiden entspringen vorzugsweise aus der Mittelrippe, wo sie einen dichten, nicht zu entwirrenden Filz bilden; aber sie finden sich auch an der beiderseitigen Lamina, und zwar bis an deren Rand hin, und häufig sind auch die Randzellen selbst zu Rhizoiden

---

*) Vergl. Nees l. c. pg. 160.

**) Ueber *D. dilatata* vergl. später.

Digitized by Google

ausgewachsen. Ja es greift diese Bildung selbst auf die Dorsalfläche über und ich glaube, dass hierin eben die ursprünglich den Boden der Luftkammer einnehmenden Zellen, die bei den verwandten Gattungen zu den chlorophyllhältigen Zellketten (resp. Zellpapillen) auswachsen, diese ihre ererbte Fähigkeit der Sprossung in der Bildung von Rhizoiden manifestiren.

Die Angaben über den Bau des weiblichen Receptaculums sind ebenfalls sehr unvollkommen. Man weiss davon kaum mehr, als dass an demselben mehrere Fächer (Hüllen) vorkommen, die sich zur Zeit der Reife öffnen und die gestielte, kugelförmige Kapsel hervortreten lassen.

Was ich wieder an *D. irrigua* beobachtete, ist Folgendes:

Das noch sitzende Receptaculum ist kreisförmig und in eine Anzahl von (meist 10) Strahlen ausgezogen, welche von einer centralen nabelförmigen Erhebung (h in Fig. 13) ausgehen. Jeder dieser Strahlen ist in seinem radialen Verlaufe furchig vertieft (f), so dass die Oberfläche der Scheibe eigentlich radiale und zwischen den Strahlen verlaufende Leisten (l) zeigt, welche in eine wellige, in den Strahlen nach aussen vorspringende Randleiste einmünden. Genau unter jedem Strahle befindet sich eine Hülle, welche je nach dem Stadium der Fruchtentwicklung mehr oder weniger seitlich und nach aussen über den Strahl hervortritt (i). Es gleicht also in dieser Beziehung *Dumortiera* der Gattung *Preissia*, wo ja ebenfalls die Leisten (Gräthen) der Dorsalfläche zwischen den Hüllen und nicht über diesen verlaufen; und die „Strahlen" des Fruchtkopfes entsprechen dann nicht den Strahlen des Marchantia-Receptaculums, welche ihr Analogon vielmehr in den radial verlaufenden Leisten haben, was auch daraus hervorgeht, dass, jeder Radialleiste entsprechend, an der Unterseite des Receptaculums eine mit Rhizoiden erfüllte Furche verläuft, deren Ränder eben zu den Hüllen verlängert erscheinen.

Jede Hülle umschliesst einen ganzen Stand von (bis sieben) Archegonien. Sie entwickelt sich auch dort, wo eine Fruchtbildung nicht stattfindet, so weit, dass sie zu einem mehrere Zellschichten dicken Sacke heranwächst, der sich bis auf eine ungemein kleine Spalte zusammenschliesst, welche an dem am meisten peripherisch liegenden Punkte der Hülle (also gewissermassen in der radialen Verlängerung des Strahles) befindlich ist (Fig. 13 s). Von den Archegonen eines Standes scheint aber immer nur ein einziges sich zu entwickeln und man findet (so wie häufig bei Preissia und normal bei Lunularia) immer an der Basis der das Sporogon umschliessenden Kalyptra die übrigen abgestorbenen, zwischen welchen, so wie bei Marchantia, zahlreiche Haare vorkommen.

Die Archegone zeichnen sich durch einen ungemein langen Hals (bis 0·5 Mm.) aus, erscheinen auch unterhalb des Bauchtheiles stielförmig verlängert. An diesem stielartigen Fortsatze beobachtete ich (an abgestorbenen Archegonien) eine ringförmig verlaufende wulstartige Auftreibung, gerade so, wie sie an den jungen Archegonien bei Marchantia und Preissia als erste Andeutung des Perianthiums beobachtet wird.

Digitized by Google

Ich habe schon oben erwähnt, dass von den zahlreichen Strahlen eines Receptaculums immer nur ein Theil Früchte ausbildet. Das einzige Sporogon liegt — bis nahe der Reife von der zarten Kalyptra umschlossen — mit seiner Längsachse dem Strahle parallel, und somit horizontal, ähnlich also, wie es auch bei Lunularia vorkommt.

Bezüglich des Baues der Kapselwand, der Elateren und selbst der Sporen (die hier aber grösser und mit kurzen Stacheln versehen sind), nähert sich Dumortiera noch am meisten der Gattung Marchantia.

Neben den eine Frucht tragenden Fächern und denen mit lauter abgestorbenen Archegonien fand ich nun öfters in demselben Receptaculum solche, wo eine Frucht wohl angelegt wurde, aber nicht zur vollen Ausbildung gelangte. Das Sporogon, an Grösse den normal entwickelten benachbarter Strahlen nahezu gleich, zeigte, so wie diese, Sporen und Elateren nahezu vollkommen entwickelt, die Kapselwand aber wies keine ringförmigen Verdickungsleisten auf, sondern ihre Zellen waren, bei normaler Grösse, ungemein zartwandig und allem Anscheine nach abgestorben. Das Sporogon war ferner, wie bei den normal entwickelten, noch vollkommen von der dicht anliegenden Calyptra umschlossen. Während nun aber an den normal entwickelten, wie überhaupt bei allen Marchantiaceen, die letztere mit breiter Basis dem Fruchtboden aufsitzt oder vielmehr mit diesem zu einem massigen den Sporogonfuss umschliessenden Gewebekörper verschmilzt, war hier der oben erwähnte stielförmige Ansatz des Archegonbauches erhalten geblieben, und es erschien somit die Kalyptra in der That auf einem ganz dünnen Stiele sitzend, in welchen selbstverständlich auch der Sporogonfuss nicht hinabreichte. Der so mächtige Bulbus des Sporogons, das wesentliche Saugorgan behufs Zuführung der Baustoffe aus dem umliegenden Thallusgewebe, konnte somit seiner Aufgabe nicht vollständig genügen, der dünne Stiel der Calyptra gestattete nicht die Zufuhr der nothwendigen Menge der Stoffe, und dies mag wohl der Grund gewesen sein, dass die normale Ausbildung der Sporen und Elateren nur auf Kosten der in den Zellen der Kapselwand aufgespeicherten Baustoffe durchgeführt werden konnte.

Nur solche Receptacula, in denen mindestens eine Frucht entwickelt wird, erheben sich später auf einem mit zwei Ventralrinnen versehenen Stiele über den Thallus, die sterilen bleiben demselben dicht angeschmiegt und sind von einer dichten, aus zahlreichen Schuppen bestehenden Hülle gedeckt.

Wie bei Marchantia, scheint auch hier die Anlage der Archegone sehr spät zu erfolgen. Ich fand Receptacula von einem halben Millimeter Durchmesser, an denen Archegone noch nicht zu erkennen waren. Auch an solchen (verhältnissmässig denn doch noch sehr jungen) Scheiben war eine Luftkammerschichte nicht vorhanden. Ihre Oberhaut zeigte etwas grössere Zellen als die des Thallus; ein vorstehendes Leistenwerk war nicht zu bemerken, wohl aber hafteten an den Oberhautzellen da und dort kugelige Zellen mit gebräuntem Inhalt, ähnlich denen, wie sie auch am Laube sich öfters finden, und deren ich schon oben Erwähnung gethan habe. Da mir jüngere Stadien nicht zugänglich

Digitized by Google

waren, kann ich über ihre Herkunft und allgemein über den ursprünglichen Bau der Scheibenoberfläche Nichts angeben.

Die männlichen Receptacula habe ich ebenfalls nicht gesehen. Nach den Angaben scheinen sie im Wesentlichen ähnlich, wie bei Marchantia und Preissia gebaut zu sein, denen sie auch darin gleichen, dass sie auf einem (freilich sehr kurzen) mit zwei Ventralrinnen versehenen Stiele über das Laub emporgehoben werden.

D. irrigua ist diöcisch. Taylor*) gibt dabei aber an, dass er auch monöcische Pflanzen, einmal sogar androgynische Receptacula beobachtet habe. Später scheint er die letzteren sogar häufiger**) gesehen zu haben und erwähnt dabei ähnlicher Bildungen bei Preissia. An letzterer Pflanze habe ich sie auch gesehen, und ich verweise diesbezüglich auf das bei jener Gattung Bemerkte.

Wenn wir nun die Ausbildung der Fructification und allgemein die der männlichen und weiblichen Stände bei Dumortiera nochmals überblicken, so müssen wir offenbar eine grosse Uebereinstimmung mit Marchantia und Preissia anerkennen. So wie dort stehen männliche wie weibliche Receptacula auf einem aus einer Laubbucht entspringenden und mit zwei Ventralrinnen versehenen Stiele, und zeigen schon dadurch, dass zum Mindesten zwei Gabelzweige zu ihrer Bildung zusammengetreten sind. Bezüglich der weiblichen Receptacula sehen wir hier wie dort die Archegone in Gruppen vereinigt und somit Special-Blüthenstände gebildet, deren jeder von einer durch Wucherung der Laubsubstanz gebildeten Hülle umschlossen wird. Hier wie dort sind die Archegone am Special-Blüthenboden stielartig eingefügt und sind in einem Haarrasen eingebettet. Freilich werden hier keine Perianthien gebildet, aber der oben erwähnte, am Archegonstiele zu beobachtende Ringwulst mag noch immer als ein Anfang zu einem solchen gedeutet werden. Es kann aber das Fehlen des Perianthiums um so weniger gegen die nahe Verwandtschaft beider Gattungen sprechen, als ja auch Lunularia, die doch gewiss auch in diesen Formenkreis gehört, eines solchen entbehrt. Mit Marchantia stimmt ferner die Verdickung der Kapselwand, die Form und Verdickung der Elateren ganz überein, und auch die etwas bedeutendere Grösse und die Verdickung der Sporen kann nicht in Betracht kommen, wenn man bedenkt, dass auch unter den Marchantiaarten Formen vorkommen, deren Sporen ebenfalls eckig und netzförmig oder warzig verdickt erscheinen, geschweige der von Marchantia so weit abweichenden Sporenform von Preissia.

Dass auch das Receptaculum von Dumortiera als ein Verzweigungssystem aufgefasst werden muss, und dass jeder Strahl mit seiner Archegongruppe einer Auszweigung entspricht, dafür mag wohl auch eine interessante Abnormität sprechen, die Lindberg***) beobachtete. An einer längere Zeit cultivirten Pflanze sah er „aus dem Rande eines sterilen

*) l. c. pg. 391.

**) Nach Lindberg in: Hepaticae in Hibernia lectae.

***) l. c. pg. 468.

Digitized by Google

Strahles“ zwei sterile Laubachsen entspringen. Ich glaube, dass diese Bildung in der Weise gedeutet werden muss, dass man annimmt, der Archegonien producirende Scheitel jenes Strahles wäre wieder zur rein vegetativen Thätigkeit zurückgekehrt, und es hätte dann dieser Vorgang sein Analogon in dem von mir bei Marchantia beobachteten Falle, wo der Strahl von seiner Bildung an steril geblieben war und nur Brutknospenbehälter entwickelt hatte; könnte aber auch mit jenen viel häufiger und fast bei allen mit einfurchigem Stiele versehenen Marchantiaceen vorkommenden Bildungen verglichen werden, wo weibliche Receptacula oft mit ganz entwickelten Archegonen mitten am Laube gefunden werden, wo also der fertile Sprossscheitel ebenfalls nach Anlage des Blüthenbodens zur rein vegetativen Thätigkeit zurückkehrte.

Als eine Art der Gattung Dumortiera wird auch *D. dilatata* angeführt. Die Synopsis Hepaticarum nennt die Art zweifelhaft, da Früchte nicht beobachtet wurden, glaubt jedoch wegen der mit *D. irrigua* übereinstimmenden Laubstructur nicht an der Einreihung in dieses Genus zweifeln zu sollen.

Ich hatte vor mehreren Jahren von Herrn Buchanan in Neu-Seeland eine Pflanze (in Spiritus conservirt) erhalten, welche nach der Form des Laubes mit *D. dilatata* übereinstimmte und auch von Lindberg, dem ich die Pflanze zusandte, als diese Art bezeichnet wurde. Es waren lauter männliche Pflanzen. Die theils langgezogenen, theils kreisrunden, theils wieder vorne ausgerandeten männlichen Receptacula, waren zu mehreren hinter einander an der Laubmediane vorhanden und dieser mit breiter Basis inserirt (Fig. 14). Es stimmte nun diese Stellung durchaus nicht mit der bei anderen Dumortieraarten und Herr Lindberg schrieb mir schon damals, „er sei gar nicht überzeugt, dass *D. dilatata* in dieser Gattung ihren natürlichen Platz habe,“ und er bemerkte auch, dass der übersandten Pflanze die Zäpfchenrhizoiden fehlen. Ich habe nun bei Wiederaufnahme der Untersuchungen über die Marchantiaceen die Pflanze nochmals angesehen und genauer studiert, und ich habe nicht den geringsten Zweifel, dass die Pflanze nicht zu Dumortiera gehört. Sie stimmt in allen vegetativen Verhältnissen, Bau des Laubes, der kleinzelligen Oberhaut, des Mangels der Ventralschuppen, Form und Lage der Scheitelfläche so auffallend mit *Monoclea* überein, dass ich bezüglich aller diessr Verhältnisse auf meine für diese Gattung gegebene Auseinandersetzung verweise*). Sie damals schon wirklich für Monoclea zu halten, habe ich nur deshalb Bedenken getragen, weil die eigenthümliche Form der Antheridienstände denn doch immer noch für ein Marchantiaceengenus zu sprechen schien, und als mir damals auch der merkwürdige Bau des Laubes bei den echten Dumortieren noch nicht bekannt war. Ich habe nun dieselbe Pflanze auch im Grönland'schen Herbare gefunden, und zwar nicht allein in männlichen Exemplaren, sondern auch in weiblichen, und es ist für mich nun nicht der geringste Zweifel, dass die Herbarpflanze wie die Buchanan'sche

*) Heft III, pg. 62.

Digitized by Google

eine Monoclea ist, die ich aber wegen einiger Eigenthümlichkeiten vorerst nicht zu *M. Forsteri* ziehe*), sondern einstweilen als *M. dilatata* bezeichnen will. Ich muss es dabei selbstverständlich ganz unentschieden lassen, ob die Hoocker'sche Originalpflanze mit den mir zur Untersuchung vorgelegenen Pflanzen übereinstimmt oder nicht**).

12. Targionia, Taf. X.

Die Gattung Targionia stimmt in vegetativer Beziehung, wie im Baue des Laubes, der Spaltöffnungen, Blattschuppen etc., so sehr mit den typischen Marchantiaceen überein, dass es unnöthig ist, hier auf diese Verhältnisse genauer einzugehen und ich diesbezüglich auf den allgemeinen Theil verweise.

Bezüglich des Baues der Frucht geben alle mir bekannt gewordenen Beschreibungen an, dass das ein einziges Sporogon umhüllende Involucrum terminal inserirt, eine nach der Ventralseite vorstehende und hier scharfgekielte Tasche bilde, welche Anfangs nur durch eine an der Stelle ihrer Verbindung mit dem Vorderrande des Laubes befindliche, sehr schmale Längsritze nach aussen geöffnet sei, sich aber später längs jenes als „Naht" vor-

*) Ueber die Antheridienstände dieser Art ist mir nur die Angabe Gottsche's (Mexikanske Levermosser pg. 359) bekannt geworden, der schreibt: „Antheridiorum torus versus apicem frondis elevatus marginatus, plerumque ovalis."

**) Ich gebe im Nachfolgenden das von mir an *Monoclea dilatata* Beobachtete:

Die Pflanzen des Grönland'schen Herbares und ebenso die Buchanan's hatten etwas grössere und namentlich breitere Thallome, als ich sie bei M. Forsteri je gesehen habe, waren sonst jedoch im Habitus mit jener durchaus übereinstimmend, und auch im Baue konnte ich einen Unterschied nicht herausfinden. Auch die Unterseite hatte den Rhizoidenfilz nur in der Thallusmediane, und es trat diese als Mittelrippe eigentlich nur durch jenen hervor, da eine scharfe Abgrenzung der medianen Partie gegenüber den beiderseitigen Laminarflächen nicht vorhanden ist. Die Stellung der die Archegongruppe einschliessenden Hülle hinter den Gabelungswinkeln des Thallus und die langgestreckte Form dieser Hüllen, die Insertion der ungemein langhalsigen Archegone im hintersten Ende der Grube, die Einbettung derselben in einen dichten Haarrasen, Alles war genau so, wie ich es bei M. Forsteri (Vergl. Heft III, pg. 63 und Taf. III, Fig. 20, 23) gefunden hatte, nur waren die Dimensionen aller Theile viel grösser. Ein wesentlicher Unterschied von jener Art bestand aber darin, dass die Mündung der Blüthenhöhle (Fruchthöhle) weit geöffnet und mit einem wulstförmig über die Lauboberfläche sich erhebenden Saume eingefasst war, dessen Oberflächenzellen da und dort zu langen Haarborsten ausgewachsen waren, ähnlich denen, wie sie auch aus den Randzellen des Thallus entspringen. Ich habe auch Zustände gesehen, wo die Blüthengrube erst so weit vertieft war, dass die noch ungeöffneten Archegone mit ihrem Halse eben gedeckt waren, und habe dann unmittelbar am Scheitel auch Gruben gefunden, die noch viel kleiner waren und eigentlich nur Mulden vorstellten, die aber vollkommen mit einem Rasen von Haaren erfüllt waren. Die ganze Pflanze war offenbar erst im Stadium der Blüthe — nirgends fanden sich Früchte oder auch nur Fruchtanlagen. Es ist somit nicht der geringste Zweifel, dass meine seinerzeit gemachte Annahme, dass die Bildung der Grube, so wie bei Pellia, ein von der Fruchtbildung ganz unabhängiger Vorgang sei, ihre volle Richtigkeit hat.

Die männlichen Blüthenböden sind in ihrer Stellung nicht an die Gabelungsstellen gebunden. An den Exemplaren des Alkoholmateriales waren sie, als meist kreisrunde Scheiben über die Lauboberfläche hervortretend, ungemein deutlich und glichen am meisten den entsprechenden Bildungen bei Fegatella. Jede der sehr grossen Antheridien sitzt in einer eigenen Höhle, aus welcher ein enger Canal durch die dichte, kleinzellige Decke

Digitized by Google

stehenden Kieles bis an ihren Grund spalte, worauf die Hälften nach rechts und links etwas auseinanderweichen. Treffend vergleicht Nees v. Es.*) das fruchttragende Thallusende einer Targionia mit einem Fruchtlappen eines gemeinschaftlichen Fruchtbodens einer Marchantia, welcher z. B. bei *Reboulia* und noch mehr bei *Duvalia* selbst in der Form der Hülle den Typus von Targionia wiederholt. Nees weisst auch auf *Plagiochasma* hin, „wo die Fructification oft auf eine einfache Kapsel zurücksinkt, und deren Hülle in gleicher Weise zweiklappig ist.“ Wir werden später sehen, wie glücklich dieser Vergleich gewählt war, da ja auch die Bildung der Hülle in beiden Fällen in gleicher Weise vor sich geht.

An sterilen Sprossen ist die Scheitelfläche, wie bei fast allen Marchantiaceen, steil nach vorne abfallend und der Scheitelpunkt liegt fast ganz in der Ebene der Ventralfläche. Er ist beiderseits überragt von den stark vorgezogenen Thalluslappen, so dass er gewissermassen am ventralen Ende einer nach der Dorsalseite allmälig verlaufenden flachen Mulde (Scheitelfläche) liegt, und sammt letzterer durch die herübergeschlagenen und bis an die Dorsalfläche reichenden Anhänge der Ventralschuppen (Fig. 19) gedeckt wird.

Ganz dieselbe Form zeigt auch der fertile Sprossscheitel. Die Archegonien entstehen unmittelbar hinter dem Scheitelrande, zeigen ganz deutlich acropetale Entstehungsfolge

---

des ganzen Standes nach aussen führt. Die die Mündung des Canals umgebenden Zellen zeigen radiale Anordnung und erheben sich zu einem kaum merkbaren Höcker. Die Antheridien sind sehr gross, füllen im ausgewachsenen Zustande die Kammer ganz aus. Auf einem kurzen Stiele sitzend, verlängern sie sich an der Spitze schnabelartig und erscheinen somit der Form der Höhle entsprechend, konisch. In jüngeren Stadien aber erfüllen sie nur den geringsten Theil der Höhle, deren übriger Raum mit einem Haarrasen erfüllt ist.

Die Anlage des Standes ist höchst eigenthümlich. Es bildet sich so wie bei Anlage des Archegonstandes, zuerst hinter dem Scheitel eine tiefe Grube, an deren Boden die Antheridien in streng akropetaler Folge angelegt und sogleich in das Gewebe versenkt werden (Fig. 15, 16). Anfangs liegt dieses der Antheridie dicht an, später erst bildet sich die grosse Kammer mit den aus der Wand entspringenden Haaren, die aber nachträglich, beim Heranwachsen der Antheridie und der Ausfüllung der Kammer durch dieselbe, wieder zusammengedrückt und undeutlich werden. Die Oberfläche des Antheridienstandes, in der die Ausführungscanäle münden, bildet also Anfangs den Boden einer grubenförmigen Vertiefung, später die Oberseite einer über das Laub sich erhebenden Scheibe. Es macht also der Antheridienstand eine ganz merkwürdige Formveränderung durch, welche aber natürlich durch die ungemein starke Entwicklung der die Kammern nach aussen und oben abschliessenden Decke und durch die ungemeine Grösse der Antheridien leicht zu erklären ist.

Wenn wir das bis jetzt über die männlichen Stände und die Antheridien Gesagte nochmals zusammenfassen, so ist es unzweifelhaft, dass bezüglich aller dieser Verhältnisse die Aehnlichkeit mit den Marchantiaceen viel grösser ist, als mit den Jungermanniaceen, und hätte ich nicht die weibliche Pflanze unmittelbar daneben gehabt, ich würde nach diesem so merkwürdigen Baue der männlichen Stände noch immer Bedenken tragen, dieselbe zu Monoclea zu bringen.

Wir haben hier wieder eine jener so überraschenden, aber gar nicht selten vorkommenden Erscheinungen, dass ein Organismus, in den meisten Merkmalen auf die Verwandtschaft nach einer Gruppe hinweisend, in dem einen oder andern dagegen nach einer anderen Gruppe hin Beziehungen zeigt. (Vergl. allgem. Theil pg. 52).

*) Naturgeschichte der europ. Lebermoose. Bd. IV, pg. 293, 298.

Digitized by Google

(Fig. 1). Mit der Bildung der ersten Archegone beginnt auch die der Hülle, und zwar in der Weise, dass die Scheitelfläche vom Rücken und den beiden Seiten her durch Wucherung des Thallusgewebes überwallt wird, und so in eine an der Ventralseite noch weit geöffnete, aber bedeutend vertiefte Mulde zu liegen kommt (Fig. 1, 2, 3). Es ist nach diesem Vorgange selbstverständlich, dass die ganze Oberfläche der jungen Hülle, also ihre Aussen- wie Innenseite von der dorsalen Oberhaut überzogen sein muss, und wir sehen denn auch an der Innenfläche der Seitenlappen ganz deutlich die jungen Athemöffnungen (Fig. 1), die sich hier aber nicht weiter ausbilden, sondern bei der Weiterentwicklung der Hülle wieder geschlossen werden und verschwinden, wogegen Rudimente der Athemhöhlen in Form von Intercellularräumen auch an Ventrallappen fast entwickelter Hüllen noch aufgefunden werden können (Fig. 9). In dem Masse, als die Vertiefung der Hülle fortschreitet, wird die Mulde auch an der Ventralseite durch Näherung der Lappenränder immer mehr geschlossen (Fig. 10), und dergestalt zu einer Höhlung umgewandelt, welche nur durch eine von der Dorsalseite bis zum Scheitelpunkt reichende Längsspalte geöffnet ist. Während dieser Vorgänge kann der Scheitel noch fortwährend Archegonien*) produciren, deren Anlagen man häufig selbst in der Spalte ganz deutlich erkennen kann (Fig. 6).

Bis zu diesem Stadium ist also die Ausbildung der Hülle von der Befruchtung durchaus unabhängig. Auch kann der Scheitel, wenn nicht eine Befruchtung stattgefunden, wie es scheint, in jedem Stadium wieder vegetativ werden. Geschieht dies sehr früh, wo noch wenige Archegonien gebildet und die Hülle erst in Form einer nicht zu tiefen Mulde vorhanden ist (Fig. 3), so kann nach erfolgtem Weiterwachsen des Scheitels die Bildung der letzteren fast ganz wieder ausgeglichen werden, und es stehen dann einzelne Archegone fast frei, und nur in eine flache Grube versenkt, an der Dorsalseite des Sprosses (Fig. 7). Ist jedoch die Ausbildung der Hülle so weit fortgeschritten, dass sie an der Ventralseite nur mehr durch eine schmale Spalte geöffnet erscheint (Fig. 4), so bleibt beim Weiterwachsen des Scheitels die Hülle erhalten. An älteren Sprossen glaubt man dann eine normale Fruchthöhle vor sich zu haben und die Sprossfortsetzung könnte für einen ventral entspringenden Adventivspross**) gehalten werden. Eine genauere Untersuchung zeigt jedoch, dass die Ventralränder der Hülle unmittelbar in die Lamina des Sprossfortsatzes übergehen und ebenso verläuft häufig vom Vorderrande der Hülle eine enge Furche nach vorne in die Sprossfortsetzung (Fig. 8). Die Ränder dieser Furche sind offenbar von Laubtheilen gebildet, welche Anfangs einen ventralen Theil der Hülle bildeten, dann aber in Folge des wieder aufgenommenen Wachsthums des Scheitels an die Dorsalseite verschoben wurden.

Die Archegonien eines Standes sind, entsprechend ihrer succedanen Anlage, immer ungleichen Alters, und zwar stehen gemäss ihrer acropetalen Entstehungsfolge nach dem

*) Ich zählte öfters bis zehn Archegonien.

**) Vergleiche später.

Digitized by Google

Scheitel hin successive jüngere. Meist werden mehrere befruchtet und entwickeln auch Embryonen, doch scheint immer nur ein einziges Sporogon ausgebildet zu werden. Ich fand öfters Stände, wo neben dem einen Sporogone, in welchem schon die Differenzirung in Sporenmutterzellen und Elateren erkennbar war, Archegone mit wenigzelligen Embryonen, aber selbst solche, welche noch nicht einmal ihren Hals geöffnet hatten, vorhanden waren.

Der Bauchtheil des Archegons ist vor der Befruchtung einschichtig, wird, wenn diese erfolgt ist, zweischichtig. Später spaltet sich regelmässig die peripherische Schichte nochmals, seltener und nur hie und da ist dies auch mit der inneren Schichte der Fall, so dass die das junge Sporogon umschliessende Kalyptra durchschnittlich aus drei, stellenweise aus vier Zelllagen besteht.

Mit der Entwicklung des Sporogons und der Kalyptra schreitet nun auch die Ausbildung der Hülle weiter fort. Vorerst werden die Ränder der Höhle durch Auswachsen der oberflächlichen Zellschichte noch mehr genähert und jene zugleich durch starke Streckung des dieselbe an der Dorsalseite und seitlich begrenzenden Gewebes noch weiter vertieft. An der Ventralseite nähern sich die seitlichen Ränder bis zur Berührung (Fig. 9) und indem die zahnartig vorstehenden Zellen zwischen einandergreifen, kommt endlich scheinbar eine vollkommene Verwachsung zu Stande und es entsteht jene als „Naht“ bezeichnete Leiste, längs welcher, und genau entsprechend ihrer Bildung aus zwei ursprünglich gesonderten Stücken, bei der Sporenreife die Spaltung vor sich geht. Lange noch, auch nach erfolgter Vereinigung der Klappenränder, erkennt man am Grunde der „Naht“ (dem untersten Punkte der ursprünglichen Spalte entsprechend) den Scheitel mit den jungen Blattanlagen, endlich aber wird er undeutlich und ist später nicht mehr zu erkennen. *)

An halbreifen Früchten, bei denen der Zusammenschluss der Ventralränder der Hülle noch nicht stattgefunden hat, und diese an der Ventralseite noch nicht mit scharfem Kiele vorragt (Fig. 10 b), ist sie an dieser Seite noch durch dicht anliegende Blattschuppen gedeckt, welche erst später bei Seite geschoben werden, so dass die Hülle später vollkommen frei hervorragt.

---

*) Die hier gegebene Darstellung bezüglich der Anlage und Ausbildung der Hülle stimmt mit den von Hofmeister beobachteten Thatsachen vollkommen überein, und die auf Tafel XII seiner „Vergleichenden Untersuchungen“ gegebenen Abbildungen (Figg. 18, 19a, 19b, 24) können ebenso gut zu Erläuterung der von mir geschilderten Vorgänge dienen. Nur in der Deutung, der die Archegonien producirenden und der die Hülle bildenden Thallustheile weicht Hofmeister von meiner Darstellung nicht unwesentlich ab. Nach Hofmeister (l. c. pg. 57) entstehen die Archegonien an dem von ihm als selbstständigen „Mitteltrieb“ gedeuteten Mittellappen, also zwischen den beiden Scheitelpunkten, welche später zu den ventralen Theilen der Hülle auswachsen, an deren Bildung also drei Sprosse Antheil nehmen. Da Targionia Gabelsprosse nur selten entwickelt, so ist ja in der Regel auch der Anfang einer Gabelung, also ein Mittellappen, am Scheitel gar nicht vorhanden. Hofmeister hat eben nur seine aus dem Studium von Pellia, Riccia, Fegatella etc. gewonnenen Anschauungen betreffs des Scheitelwachsthumes, die schon von Kny widerlegt wurden, einfach auch auf Targionia übertragen. (Man vergl. Kny: Ueber Bau und Entwicklung der Riccien in Pringsheim's Jahrbüchern Bd. V, pg. 367.)

Digitized by Google

Die Antheridienstände sind schon von Micheli gesehen und später von Montagne uud Nees genau beschrieben worden. Sie stehen an Adventivsprösschen, welche ventral und seitlich an der Mittelrippe in den Achseln der Ventralschuppen entspringen (Fig. 11). Oefters aber erscheinen sie von der Mittelrippe entfernt und auf der eigentlichen Frons inserirt, und können überhaupt so weit nach dem Seitenrande rücken, als die Insertion der Schuppen, der sie aber ausnahmslos folgen, sich erstreckt, und sie treten dann selbst als Wärzchen unter dem Seitenrande der Frons hervor. Diese Sprösschen, im entwickelten Zustande oft kaum mehr als 1 Mm. lang, sind am Grunde stielrund, und an dieser Stelle ohne Spur von Athemöffnungen, doch mit deutlichen Schüppchen besetzt. Dieser basale Theil setzt sich dann ösfers in eine keulige Anschwellung fort, die an der dem Mutterspross zugekehrten Seite abgeflacht ist, und hier die zäpfchenförmig hervorragenden Ausführungsgänge der Antheridienhöhlen (cuspides) zeigt, und durch braune Schüppchen umsäumt wird (Fig. 18). Das Sprossende erscheint hier also auf die zum Antheridienstand umgebildete Mittelrippe reducirt. Andere männliche Sprösschen entwickeln aber auch eine schmale Frons, welche dann wie ein Saum den Antheridienstand umgibt (Fig. 17). An dieser flächenartigen Ausbreitung der Frons findet man immer auch Athemöffnungen, die übrigens auch am Blüthenboden selbst erscheinen und sich im Baue von denen des vegetativen Thallus durch Nichts unterscheiden (Fig. 12—14).

In einem Antheridienstande findet man immer nur wenige Antheridien und die höchste Zahl, die mir vorkam, war zehn. Ihre Anlage geschieht ganz in derselben Weise, wie bei den übrigen Marchantiaceen: die unmittelbar hinter dem Scheitel erkennbar werdende, anfangs papillos über die Thallusoberfläche hervorragende Antheridienmutterzelle wird später ganz überwachsen und in eine Höhle versenkt, deren Ausführungsgang später zäpfchenartig über die Oberflächen hervortritt (Fig. 12—15).

Die Antheridie folgt in ihrer Entwicklung vollkommen dem Marchantientypus: Bildung mehrerer Stockwerke, quadrantische Theilung derselben und Abscheidung einer Wandschichte. Das unterste Stockwerk wird zum Stiele, das oberste, in welchem die Abscheidung einer Wandschichte unterbleibt, wandelt sich zu einem die Spitze des Antheridiums krönenden schnabelartigen Fortsatze um, der in den Ausführungsgang der Antheridienhöhle hineinragt. Beim Heranwachsen des Antheridiums wird die Wandschichte, deren Zellen (wie bei Riccien) schon früh die Theilungsfähigkeit verlieren, zusammengedrückt, und erscheint später im Durchschnitte als eine einfache Membran (Fig. 12).

Bei *Targ. convoluta* entspringen die männlichen Aestchen an weiblichen Pflänzchen und dasselbe fand ich einige Male auch bei *Targ. Michelii*. Bei beiden Arten fand ich ferner die männlichen Aestchen selbst wieder Adventivsprosse producirend, die dann theils wieder Antheridienstände trugen, theils aber als sterile Triebe sich weiter entwickelt hatten.

Ueberhaupt tritt bei Targionia, wie schon eingangs erwähnt, die Endverzweigung (Gabelung) gegenüber der ventralen Zweigbildung ganz zurück und wird geradezu durch

Digitized by Google

diese ersetzt. So kommt es gar nicht selten vor, dass an weiblichen Pflänzchen einige ventrale Adventivästè selbst wieder Archegonstände anlegen.

13. Cyathodium. Taf. XI.

Die ausgewachsenen Pflänzchen gleichen im Habitus und Bau einem etwas älteren Keimpflänzchen irgend einer Marchantiee, etwa von Preissia oder Grimmaldia: Aus schmaler Basis sich allmälig verbreiternd, werden sie nur wenige Millimeter lang, zeigen dann an ihrem Vorderrande mehrere Scheitel, die je in einer oft kaum merkbaren Einbuchtung liegen. An fruchttragenden Pflänzchen stehen an diesen Stellen die Früchte, die also an einem nur wenige Quadratmillimeter grossen Pflänzchen bis zu vier und mehr gefunden werden. So wie bei den meisten übrigen Marchantieen und auch der nächst verwandten Targionia erscheint die Oberfläche durch die durchscheinenden Wände der Luftkammern deutlich gefeldert, und so wie dort findet sich jeder Kammer entsprechend eine, wie ich glaube, bis jetzt übersehene Athemöffnung (Fig. 8), deren Bau weiter Nichts Bemerkenswerthes zeigt. Die Luftkammern durchsetzen die ganze Dicke des Pflänzchens und sind an der Ventralseite fast durchgehends nur durch eine Zellschichte abgeschlossen, so dass der Thallus eigentlich nur aus zwei Zellschichten besteht. Nur in der Mediane des Pflänzchens ist die ventral liegende Decke der Luftkammern häufig zweischichtig, ohne dass deshalb eine Mittelrippe hervortreten würde. Eine Ausfüllung der Luftkammern durch Auswachsen von Wandzellen kommt nicht vor, wohl aber ragen die Zellen der dorsalen Schichte, die auch Chlorophyll führen, öfters papillenartig in die Luftkammern hinein (Fig. 6).

An der Ventralseite und nahe der Mediane des Pflänzchens stehen die Ventralschuppen. Man findet sie wohl nur an jüngeren Thallustheilen, während sie an älteren zwischen dem dichten Rhizoidenfilze nicht mehr aufzufinden sind. Sie erscheinen als schmale bandförmige, meist zwei Zellreihen breite, öfters aber auch nur aus einer Reihe bestehende Lappen, welche an ihrer Spitze ein hyalines Zellchen tragen, gleichen also wieder den Schuppenanfängen an den Keimpflänzchen anderer Marchantieen (Fig. 1, 2).

Von Rhizoiden finden sich allerdings nur solche mit glatten Wänden, und es fehlen somit die mit den zäpfchenförmigen Verdickungen. Aber es lassen sich unschwer auch von jenen zwei Arten unterscheiden, und zwar weitere mit dünnen, und engere mit stark verdickten Wänden, und es dürften die letzteren jenen Zäpfchenrhizoiden entsprechen.

Die Früchte entspringen aus den Buchten des Laubrandes, bestehen aus einer ähnlich wie bei Targionia gebildeten Hülle, die eine einzige, kugelige sitzende Kapsel umschliesst. Nach den Beschreibungen hat dieselbe in ihrer unteren Hälfte eine äusserst zarte Wandschichte, während die Wandzellen der oberen (vorderen) Hälfte quergestellte Halbringfasern zeigen. Dieser obere Theil zerreisse später in sechs Zähne, so dass die

Digitized by Google

geöffnete Kapsel der mit einem einfachen Peristome besetzten Urne eines Laubmoos-Sporogones ähnlich sehe*). Ich gebe im Nachfolgenden die Resultate meiner Untersuchungen:

Das Sporogon ist zur Zeit der Sporenreife von der Kalyptra umhüllt, welche als ungemein zarter, aus einer Zellschichte bestehender Sack dicht der Kapselwand anliegt, und erst beim Aufspringen der Kapsel zerrissen wird, und zwar nur so weit, als das Aufspringen durch jene oben erwähnten Zähne erfolgt. Am Grunde der Kapsel, wo diese sich in den später zu besprechenden Stiel fortsetzt, wird sie zweischichtig. Nur die äussere, aus flachen, tafelförmigen Zellen gebildete Schichte erscheint bei flüchtiger Betrachtung als unmittelbare Fortsetzung des der eigentlichen Kapsel anliegenden Kalyptratheiles, die innere, aus weiten, radial verlängerten Zellen bestehende könnte man leicht als eine dem Sporogonstiele angehörige und an diesem eine Art Fuss (bulbus) bildende Zellenlage deuten (Fig. 7). Da sie den Sporogonstiel auch an seinem Grunde umfasst, und die Kalyptra am Thallusgewebe nur mit schmaler Insertion festsitzt, die kaum breiter ist, als die noch unbefruchteter Archegonien, so folgt daraus, dass dieselbe hier so wie bei Riccia nur aus dem Archegone und ohne Betheiligung des Thallusgewebes gebildet wird, das also bei der Umhüllung des Sporogons, respective des Sporogonfusses gar nicht betheiligt ist.

Das Sporogon besteht aus der kugeligen Kapsel und einem sehr kurzen, zäpfchenartigen Stiele, der aus einer Reihe von tafelförmigen Zellen besteht (Fig. 7). Die Kapselwand besteht in ihrer unteren (an den Stiel grenzenden) Hälfte aus grossen, dünnwandigen Zellen, die keine Spur von Verdickungsfasern zeigen, in ihrer oberen Hälfte erscheinen die Zellen aber mit mehreren hinter einander liegenden Verdickungsringen besetzt. Diese Verdickungsringe sind theils vollkommen geschlossen, theils sind es „Halbringfasern", in welchem Falle die Ringe an der Innenwand unterbrochen erscheinen. Die Ringe sind bandförmig und liegen mit der schmalen Seite der Wand an, springen also leistenförmig sehr weit in das Zelllumen vor, was an Querschnitten durch Zellen mit geschlossenen Ringverdickungen den Anschein einer sehr mächtigen, aber gleichförmigen Verdickung gewährt.

Es wurde bis jetzt angenommen, dass diese Ringfaserzellen bis an den Scheitel der Kapsel hinaufreichen. Dies ist jedoch nicht der Fall, sondern sie schliessen dort an eine kreisförmige Schichte unverdickt bleibender Zellen an, welche eine Art von Deckel bilden. An geöffneten Kapseln ist dieses Deckelchen selten mehr aufzufinden, tritt aber an noch geschlossenen, namentlich in der Scheitelansicht, ungemein scharf hervor (Fig. 11). Ich wurde auf sein Vorhandensein dadurch aufmerksam, dass die freien Enden der Zähne nie scharf zugespitzt waren, sondern sich immer quer abgestutzt zeigten, was offenbar darauf

*) „On ne peut s'empecher, sagt Montagne, de remarquer une analogie frappant entre ces dents et celles, qui forment le peristome des Mousses" (Ramon de la Sagra: Histoire phys. pol. et nat. de Cuba pg. 492).

Digitized by Google

schliessen liess, dass beim Oeffnen der Kapsel einige der am Scheitel gelegenen Zellen abgeworfen worden sein müssen.

Das Deckelchen besteht aus drei Zelllagen (Fig. 9—11).

Die äusserste und in der Oberfläche der Kapselwand gelegene besteht aus vier grossen, quadrantisch geordneten Zellen mit ziemlich stark verdickten Wänden. Die mittlere Lage zeigt die gleiche Zahl und Anordnung der Zellen, doch sind deren Wände ungemein zart. Die innerste Lage, stark convex in den Kapselraum vorspringend, ist meist achtzellig, und wieder etwas stärker verdickt. Nur die Wände der äussersten Lage sind schwach gebräunt.

Das Oeffnen der Kapsel geschieht durch Ablösung des Deckelchens und Spaltung des mit Ringfaserzellen besetzten Theiles der Wandschichte in acht Zähne*). Die Bildung dieser Zähne ist jedoch nicht Folge eines zufälligen Zerreissens (wogegen schon die immer gleichbleibende Anzahl und die glatten Seitenwände sprechen), sondern hängt ähnlich wie die Klappenbildung bei den Jungermanniaceen mit bestimmten Theilungsvorgängen in den ersten Entwicklungsstadien der Sporogonbildung zusammen. Es entsprechen nämlich die Zähne genau den acht peripherischen Zellen der innersten Schichte des Deckelchens, in der Weise also, dass an der noch ungeöffneten Kapsel das obere Ende jedes Zahnes in einer dieser Zellen seine Fortsetzung findet. Da nun weiters die Gruppirung dieser Deckelzellen unzweifelhaft auf ihre Entstehung durch Quadranten- und Octantentheilung hinweist, so ist es wohl naheliegend, die Zahnbildung auf diese primäre Octantentheilung eines Stockwerkes zurückzuführen.

Die das Innere der Kapsel ausfüllenden Sporen und Elateren sind gleichförmig durcheinander gemischt. Erstere (bis 0·036 Mm. Durchm.) sind kugelig ohne hervortretende drei Leisten, dunkelbraun und dicht mit spitzen Stacheln besetzt, letztere (bis 0·36 Mm. lang) sind an beiden Enden scharf zugespitzt, und meist mit drei**) enge aneinanderliegenden, dunkelbraunen Spiralbändern versehen.

Die Hülle ist ähnlich wie bei Targionia gebildet. Die verticalstehende Spalte ist bei der Fruchtreife, namentlich nach der Dorsalseite hin, weit klaffend. Die den Saum der Hülle bildenden Zellen haben ihre Längswände stärker verdickt und gebräunt, so dass jene mit einem braunen Saume geziert erscheint. Es findet sich innerhalb einer Hülle immer nur eine Frucht, wohl aber findet man neben dieser mehrere (bis vier) abgestorbene Archegonien, theils um die Basis der Frucht inserirt, theils an der Innenwand der Hülle oft bis auf deren Mitte hinaufgerückt.

---

*) In den Beschreibungen werden sechs Zähne angegeben. Es findet diese Angabe wohl darin ihre Erklärung, dass allerdings hie und da geöffnete Kapseln angetroffen werden, welche weniger als acht Zähne zeigen, was aber darin seinen Grund hat, dass öfters zwei Zähne mit einander verbunden bleiben. Solche Doppelzähne sind aber dann immer viel breiter als die übrigen und lassen sich leicht — meistens schon durch schwaches Klopfen am Deckgläschen — in die Einzelzähne zerlegen.

**) Die Beschreibungen geben „elateres dispiri“ an.

Digitized by Google

Die Entwicklung der Hülle ist, bis zu einem gewissen Grade, von der Entwicklung der Frucht unabhängig und beginnt schon zu gleicher Zeit mit der Anlage der Archegonien. An fruchttragenden, wie an scheinbar sterilen Pflänzchen findet man nämlich nicht selten, und an Stellen, wo sonst Früchte gefunden werden, in einer nach vorne offenen Laubfalte steckend, eine Gruppe von Archegonien. Diese Falte ist an der Dorsalseite aus einer, an der ventralen aus zwei Zellschichten gebildet, und trägt an dieser Seite, und zwar nach innen in den Hohlraum vorspringend, die Archegonien, an der freien Aussenseite aber einzelne, blattartige Schüppchen, in Form und Textur ganz mit den schon oben erwähnten, am sterilen Thallus sich vorfindenden übereinstimmend. Es erscheint also die Hülle im Wesentlichen schon vorhanden, wenn auch keines der Archegonien befruchtet ist.

Das jüngste Stadium der Anlage eines Archegonstandes, das ich beobachtete, ist in Fig. 1 abgebildet: Der in der Wachsthumsachse des Thallusstückes und senkrecht auf dessen Fläche geführte Schnitt hat die Hülle getroffen und ein erwachsenes Archegonium blossgelegt. Vor diesem (bei A 2) ist ein junges Archegon und unmittelbar vor diesem der Scheitelrand, der in einer tiefen Ausbuchtung*) (vergl. Fig. 1 b) gelegen war. Den Archegonien entsprechend finden sich auf der Aussenseite Blattschüppchen, die in ihrer Ausbildung und Lage, ebenso wie die Archegonien, auf akropetale Entstehungsfolge schliessen lassen. Es ist klar, dass die, die Archegonien tragende Seite der Dorsalfläche, die, die Schüppchen tragende, der Ventralfläche des Thalluszweiges entspricht, dass dieser also den bauchständigen Theil der Hülle bildet, während der übrige Theil derselben als eine Wucherung der Dorsalseite aufgefasst werden muss. Die Bildung des Archegonstandes ist dann so zu erklären, dass mit der Anlage des ersten Archegons unmittelbar hinter dem Vegetationsscheitel, die Bildung der Hülle durch Wucherung der dorsalen Zellschichte unmittelbar hinter dem Archegone ihren Anfang nimmt, und dass, während deren Entwicklung fortschreitet, der Scheitel weiter wachsend neue Archegone producirt und zugleich die Hülle nach der Bauchseite schliesst. Der Vorgang entspricht also eigentlich vollkommen dem, wie wir ihn etwa bei Pellia beobachten, und nur darin scheint ein Unterschied zu bestehen, dass dort der Archegonstand sammt der ihn deckenden Hülle in Folge des Weiterwachsens des Scheitels endlich von diesem ab und auf die Rückenfläche des Sprosses rückt, während hier in Folge des Aufhörens des Scheitelwachsthumes die Hüllen immer randständig erscheinen, wenigstens von mir immer so gefunden wurden, wenn auch nicht unmöglich wäre, dass der Scheitel auch nach der Bildung der Archegonien seine unterbrochene vegetative Thätigkeit wieder aufnehmen könne.

Die Antheridienstände**), die meines Wissens bis jetzt übersehen wurden, finden

*) Die dem ventralen Ende der Spalte entspricht.

**) Obwohl ich die eigentlichen Antheridien nicht sah, auch die entleerten Schläuche mit voller Sicherheit nicht unterscheiden konnte, so ist aller Analogie nach die Bedeutung der nun zu beschreibenden Gebilde als Antheridienstände für mich nicht im Mindesten zweifelhaft.

Digitized by Google

sich immer in grosser Zahl an den Früchte tragenden Pflänzchen. Sie stellen kugelige, mit Höckern besetzte Körper dar, die ringsum aus dem Thallusrande entspringen und wie die Früchte etwas nach der Ventralfläche vortreten. Häufig finden sich solche Stände in mehr weniger tiefen Ausbuchtungen des Vorderrandes, an Stellen also, die den Scheitelpunkten des Thallus entsprechen (Fig. 2 ♂), manchmal aber (Fig. 2 ♂[1]) stehen sie an einem gerade verlaufenden Seitenrande. Der Analogie mit Targionia nach ist es wahrscheinlich, dass jeder Antheridienstand einem ventral entstehenden Adventivspross entspricht, wenn auch die Möglichkeit nicht geleugnet werden soll, dass sie durch normale Endverzweigung, also etwa wie die Antheridienstände bei Aneura angelegt werden könnten.

Die Form des Antheridienstandes steht in gewisser Beziehung zu seiner Grösse, welche wieder durch die Zahl der in ihm vorkommenden Antheridien bedingt wird. Es gibt Stände, welche bei einer Länge von 0·075 Mm. eine Breite von 0·06 Mm. besitzen, und welche dann nur eine Antheridie einschliessen (Fig. 5). Sie haben dann die Form eines Ellipsoides und es liegt der längere Durchmesser in der Richtung der Wachsthumsaxe des betreffenden Sprosstheiles. Es gibt aber auch Stände, die bei 0·15 Mm. Länge eine Breite*) von 0·36 Mm. besitzen, also in Form von quer verlaufenden Wülsten über den Sprossrand hervortreten und bis 25 Antheridien einschliessen.

An dem der Anheftungsstelle (der Basis) des Standes gegenüberliegenden Rande (Fig. 5, 6), den ich als die Vorderseite**) des Standes bezeichnen will, erheben sich die schon oben erwähnten Höckerchen, deren Zahl wieder von der Grösse des Standes, und somit von der Zahl der Antheridien abhängig ist und zwischen 1 und 25 schwankt. Jedes Höckerchen zeigt an seinem Scheitel einen Porus, und sie entsprechen somit in Gestalt und Bau vollkommen den Ausführungsgängen der Antheridienhöhlen bei anderen Marchantiaceen. In den meisten von mir beobachteten Ständen liegt unmittelbar unter jedem Porus eine kleine Höhlung, die sich dann in einen engen Intercellularraum fortsetzt, der den Antheridienstand bis an dessen Basis durchsetzt und hier an ein kleines, mit gebräunten Wänden versehenes Zellchen (x in den Figuren 4, 5 und 6) anstösst. Genau dem Verlaufe dieser Intercellularräume folgend und ebenfalls vom Scheitel des Standes bis an seine Basis reichend, erstrecken sich grosse und weite Zellschläuche mit hellen dünnen Wänden. Es erscheint also der Körper des Antheridienstandes (abgesehen von der äussersten Zelllage) aufgebaut aus einer einzigen Schicht pallissadenförmig aneinander gereihter Zellen, zwischen denen die oben erwähnten Intercellularräume verlaufen. Meist fand ich die Intercellularräume durchaus leer, hie und da aber mit einer grümeligen Masse erfüllt. Sie entsprechen zweifellos den ursprünglichen Antheridienhöhlen, die nach Entleerung der Antheridien durch Ausdehnung der umliegenden Gewebezellen bis zu einem engen Canale verengt

*) In Bezug auf ihre Verbindung mit dem Pflänzchen.

**) Ihrem morphologischen Werthe nach wohl der Dorsalseite eines Thalluszweiges entsprechend.

Digitized by Google

wurden, ein Vorgang, der ja auch bei anderen Marchantiaceen (Oxymitra, Sauteria etc.) vorkommt und von mir schon früher beschrieben wurde. Auch das Verschwinden der Antheridienwandung steht nicht vereinzelt da, und namentlich für Riccieen ist dies ja schon längere Zeit bekannt. Aber nicht blos die Vergleichung mit anderen Marchantiaceen spricht dafür, diese Intercellularräume für Antheridienhöhlen zu halten. Einmal gelang es mir nämlich, einen Antheridienstand aufzufinden, in dem ein Theil der Intercellularräume bauchig erweitert, dafür aber die, die Scheidewände bildenden Zellen zusammengedrückt erschienen. Ein jeder dieser Räume war ausgefüllt mit einer, eine grümelige Masse einschliessenden Blase, die jenem braunen, an dem Grunde des Intercellularraumes befindlichen Zellchen aufsass (Fig. 4). Es stellen diese Blasen (Schläuche) zweifellos die noch nicht entleerten Antheridien dar. Trotz der sorgfältigsten Untersuchung gelang es mir aber durchaus nicht, an der Wand des Schlauches, die sich als eine Membran repräsentirte, eine zellige Zusammensetzung nachzuweisen, so dass die Antheridie sich als eine einzige Zelle darstellte. Auch in anderen Ständen fand ich öfters (Fig. 5 a) von dem braunen Zellchen (Antheridienstiel), in den Intercellularraum vorstehend, Stücke einer Zellmembran, als letzte Reste der Antheridie.

Sind die Antheridien bei Cyathodium in der That von so einfachem Baue, dass sie nur eine einzige Zelle darstellen, oder wird die wie bei allen übrigen Lebermoosen ursprünglich aus einer Zellenlage bestehende Wandschichte durch mechanischen Druck und endlicher theilweiser Resorption zu einer scheinbar homogenen Membran reducirt? Für letzteren Vorgang sprechen, dass Aehnliches wohl auch bei Marchantiaceen und Riccieen vorkommt. Doch würde ich mich mehr der ersteren Möglichkeit zuneigen, und zwar aus folgenden Gründen: Die mittlere Länge einer den Intercellularraum begrenzenden und wie oben erwähnt, den ganzen Antheridienstand durchsetzenden Zelle beträgt 0·075 Mm. Da nun auch die Antheridien nicht länger sein können, so hätten wir also obige Zahl als die mittlere Länge eines Antheridiums. Der Querdurchmesser des in Fig. 5 abgebildeten Antheridienstandes betrug 0·06 Mm. Nehmen wir nur die Hälfte für die Dicke der Wandschichte und die Breite der Schlauchzellen in Anspruch, so könnte das Antheridium höchstens 0·03 Mm. Breitendurchmesser gehabt haben. Ein Körper von 0·075 Mm. Länge und 0·03 Mm. Breite ist aber so winzig klein, dass es kaum glaublich ist, dass sich an ihm, als Antheridium, noch eine aus einer Zellenlage bestehende Wandschichte sollte differenzirt haben·

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Plagiochasma.

Fig. 6, 7, 9—11, 14—19 *Pl. crenulatum;* Fig. 2 - 5, 8 *Pl. Aitonia;* Fig 1. 12 und 13 *Pl. cordatum*.

Fig. 1 (120). Athemöffnung am Laubrande.

Fig. 2 (350). Athemöffnung am älteren Laube.

Fig. 3 (540). Dorsale Oberfläche des Scheitelrandes mit jungen Athemöffnungen.

Fig. 4 (800). Die Athemöffnung der früheren Figur im verticalen Durchschnitt, um die Athemhöhle darzustellen.

Fig. 5 (540). Athemöffnung am jüngeren Laube im Durchschnitt.

Fig. 6 (350). Desgleichen.

Fig. 7 (350). Geschlossene Athemöffnung an einer jungen weiblichen Scheibe im Durchschnitt.

Fig. 8 (540). Ein etwas älteres Stadium.

Fig. 9 (350). Stück der Oberfläche einer jungen weiblichen Scheibe mit einer Athemöffnung und zwei mit Oelkörpern erfüllten Zellen.

Fig. 10 (200). Jugendstadium einer weiblichen Scheibe.

a: Verticaler Längsschnitt durch den Scheitel. v: Stelle des Sprossscheitels, R^1: ältestes Archegon, h: Hüllschuppen, Vsch: Ventralschuppen.

b: Scheibe in Oberflächenansicht. An ihr steht nach rückwärts das Archegon R^1 (der früheren Figur), vorne links sieht man eine noch jüngere Archegonanlage. Rings um die Scheibe sieht man den Doppelkreis der Hüllschuppen. In der Scheibenmitte ist das oberflächliche Zellnetz mit den Athemgrübchen angedeutet. Es wurden diese erst bei stärkerer Vergrösserung gesehen und erscheinen desshalb auch in Fig. a nicht gezeichnet.

Digitized by Google

Fig. 11 (200). Ein älteres Köpfchen im Durchschnitt. Die Athemöffnungen haben noch keine Canäle.

Fig. 12 (200). Eine Hülle mit dem eingeschlossenen und einen Embryo enthaltenden Archegon quer durchschnitten. Vergl. Text pg. 66.

Fig. 13 (200). Eine Hülle mit eingeschlossenem Archegon (Entwicklungsstadium etwas jünger als in Fig. 12).
a: Spaltenrand der Hülle. A: Archegon. Vergl. Fig. 14.
b: Bei gleicher Lage, aber tiefere Einstellung.

Fig. 14. Hülle mit befruchtetem Archegon. st: Insertion des gemeinschaftlichen Stieles.

Fig. 15 (200). Stück eines Längsschnittes durch ein junges Fruchtköpfchen.
a: Der Durchschnitt geht genau durch die Spalte der Hülle (vergl. Fig. 13 a und 14. Die Ansicht entspricht der in Fig. 10 a und 11.
b: Das Präparat so gedreht, dass ein Seitenlappen der Hülle im Durchschnitt erscheint. Entspricht ungefähr der Ansicht in Fig. 13 b.

Fig. 16. Die Ansicht entspricht der in Fig. 15 a. Man sieht ferner einen Seitenlappen der Hülle, mit seinem scheinbar eingeschlagenen Rande, ferner die Gewebelamelle sch. (Vergl. pg. 66).

Fig. 17. Schematische Darstellung des Querschnittes; die Lage der Gewebelamelle ist durch eine punktirte Linie angedeutet.

Fig. 18. Kalyptra mit der schüppchenartigen Gewebelamelle (sch).

Fig. 19 (200). Kapselwand am Scheitel mit der deckelartigen Bildung
a: in Oberflächenansicht
b: im Durchschnitt.

Tafel II.

Sauteria Fig. 1—4, 7, 9—17, 22; Peltolepis Fig. 5, 6; Clevea Fig. 8, 18—21.

Fig. 1. Thallus der (bis nun als diöcisch bezeichneten) *S. alpina*, wo an der weiblichen Pflanze männliche Adventivsprösschen auftreten. st.: Stiel des Fruchtstandes; m. männliches Aestchen. Schwach vergrössert. (Aus dem Radstädter Tauern.)

Fig. 2 (10). Das männliche Aestchen mit dem Lappen des Tragsprosses (L) im Durchschnitt. Man sieht die stiftförmigen Ausführungsgänge (c) der Antheridienhöhlen. Die punktirte Ellipse markirt die Lage der nach Entleerung der Antheridien mit grossmaschigem Gewebe erfüllten Kammern (vergl. Fig. 7);

Digitized by Google

vor dieser bis zum Scheitel hin successive jüngere Antheridien. Die punktirte, in der Längsrichtung des Sprösschens verlaufende Linie bezeichnet die Abgrenzung der Luftkammerschichte vom ventralen interstitienlosen Gewebe. Im Lappen des Tragsprosses und im Aestchen bezeichnen die dunkeln Linien den Verlauf der Luftkammern.

Fig. 3. Längsschnitt durch die Spitze eines männlichen (verlängerten) Sprosses; c: cuspides mit den dazugehörigen Antheridien; sch: über den Scheitel hinübergekrümmte Ventralschuppen; gz: Grenze der Luftkammerschichte.

Fig. 4. Längsschnitt durch einen sehr stark gestreckten männlichen Spross mit zwei horizontal liegenden Antheridien (A). c: cuspides der dazu gehörigen Ausführungsgänge. Die dunklen Linien markiren den Verlauf der Luftkammern, resp. der Kammerwände.

Fig. 5. Thallus der sogenannten monöcischen Form (Peltolepis) (aus den baierischen Alpen). st: Stiel des Fruchtstandes; ♂: Antheridienstände ♀ Archegonstand.

Fig. 6. Längsschnitt durch einen sterilen Thallusscheitel, mit steil abfallender Scheitelfläche.

Fig. 7 (50). Stück eines Längsschnittes durch die Antheridien tragende Region eines Sprosses (vergl. Fig. 2). Man sieht drei mit weiten Zellen erfüllte Antheridienkammern (K); c: Stifte; L: Luftkammern.

Fig. 8. Querschnitt durch einen noch jungen Thallustheil, um den Verlauf der Luftkammern zu zeigen.

Fig. 9. Querschnitt durch den Stiel des Fruchtstandes, um die Umfassung der Rhizoiden-(„Wurzel-")Rinne durch die übereinandergeschlagenen Thalluslappen zu zeigen.

Fig. 10 (200). Stück eines Längsschnittes durch einen Archegonstand; beginnende Umhüllung des Archegons; der Pfeil markirt die Axe des Standes.

Fig. 11 (200). Ein ähnliches Object, aber einen späteren Entwicklungszustand darstellend (vergl. Fig. 13).

Fig. 12 (50). Ein Archegonstand; Entwicklungszustand ungefähr wie in Fig. 10.
a: Von oben gesehen, doch ist der optische Querschnitt unter der Oberfläche, um den Verlauf der Luftkammern zu sehen;
b: Ansicht von unten. st: Insertion des Stieles. (Die Schuppen sind nicht mitgezeichnet.)

Fig. 13 (200). Ein Archegon mit Embryo (dessen Länge 0·06 Mm., Entwicklungsstadium ungefähr wie in Fig. 11).

Fig. 14. Längsschnitt durch einen jungen Fruchtstand, um die (spaltenförmige) Mündung der Hülle, die Lage der Kalyptra (cp) und des Archegonhalses

Digitized by Google

zu zeigen; Emb: Embryo. Die punktirten Linien gz bezeichnen die Grenze der Luftkammerschichte; das zwischen ihnen (und in der Fortsetzung des Stieles) gelegene Gewebe ist interstitienlos.

Fig. 15 (120). Eine junge Hüllschuppe eines jungen Fruchtstandes (vergl. Fig. 11), an der Basis auf eine Zellreihe verschmälert.

Fig. 16 (120). Keimende Spore mit Keimschlauch und Keimscheibe.

Fig. 17 (200). Eine Athemöffnung, die in Folge der sehr starken Sprossstreckung (eines schmalen Culturtriebes) ebenfalls in die Länge gezogen wurde.

Fig. 18 (200). Stück der Oberhaut mit zwei Athemöffnungen.

Fig. 19. Langschnitt durch einen Spross mit jungem Fruchtstande.

Fig. 20 (350). Beginnende Umhüllung des Archegons. (Entspricht ungefähr dem Stadium der Fig. 10.)

Fig. 21 (540). Oberfläche der die Archegongrube (Fig. 20) auskleidenden Zellschichte mit den Athemöffnungen. (Vergl. Fig. 11.)

Fig. 22 (50). Der Reife nahe Antheridie von *S. alpina*.

Tafel III.

Fig. 1—11 Grimmaldia (*barbifrons*); Fig. 12—23 Reboulia (*haemisphaerica*).

Fig. 1 (540). Ein Sprossscheitel mit der Anlage eines weiblichen Blüthenstandes in Dorsalansicht. Hinter dem Scheitelrande (v) war ein kaum bemerkbarer Höcker vorhanden, um dessen Basis seitlich und nach rückwärts kurze (ein- bis zweizellige) Gliederhaare sich erhoben, deren Insertionszellen mit x bezeichnet sind. Die Einstellung wurde etwas unter der Höckeroberfläche genommen, um die Insertionszellen der drei Archegone (in der Zeichnung schraffirt) zeichnen zu können.

Fig. 2 (350). Ein etwas älteres Stadium im verticalen Langschnitte durch das Laub. h: Haar, an der Basis des Höckers nach der Dorsalseite hin; sch: Ventralschuppen.

Fig. 3. Längsschnitt durch einen Spross mit einem etwas älteren weiblichen Receptaculum. (r); schwach vergrössert.

Fig. 4. Ein ähnliches Receptaculum im Querschnitte durch den Spross.

Fig. 5 (350). Das Receptaculum der Fig. 4. Es erscheint eines der beiden vorderen Archegone (vergl. Fig. 6) im Durchschnitte; die Athemöffnungen sind schon angelegt.

Fig. 6. Spross und Receptaculum in Dorsalansicht, um die Lage der 3 Archegone (hier durch Punkte markirt) anzudeuten.

Fig. 7 (10). Spross mit einem Antheridienstand (A) und weitergewachsenem Scheitel zur Anlage eines zweiten; — im verticalen Längsschnitte.

Digitized by Google

Fig. 8 a (10). Ein ähnlicher Schnitt; es sind zwei Antheridienstände vorhanden.

Fig. 8 b (350). Eine Partie aus dem jüngeren Stande der früheren Figur, mit zwei jungen Antheridien.

Fig. 9 (200). Eine Partie aus dem älteren Stande der Fig. 8 a, eine Athemöffnung zeigend. In die unter dieser befindliche Luftkammer ragt eine Zellfläche hinein, deren nach der Athemöffnung sehende Randzellen papillös verlängert sind.

Fig. 10 (200). Partie aus demselben Stande, den durchschnittenen (am Scheitel eines Höckers mündenden) Ausführungscanal einer Antheridienkammer zeigend.

Fig. 11 (350). Freipräparirte junge Antheridie im Längsschnitt.

Reboulia.

Fig. 12. Ein fruchtendes Exemplar, schwach vergrössert. Gesammelt Ende Mai. Verzweigung wie in der folgenden Figur. st: gemeinschaftliche Fruchtstiele.

Fig. 13. Ein aus den im Frühjahr gesammelten und ausgesäten Sporen erzogenes Pflänzchen in natürlicher Grösse, mit vier durch wiederholte Gabelung entstandenen Scheiteln, von denen die beiden inneren weibliche, die äusseren männliche Blüthenstände angelegt hatten. Anfangs October.

Fig. 14. Ein ähnliches, aus Sporen gezogenes Pflänzchen mit nur einmaliger Gabelung. Daneben in natürlicher Grösse.

Fig. 15 (350). Ein sehr junger weiblicher Blüthenboden in Oberflächenansicht, das einzige Archegon im Durchschnitte. r: Rand der Scheitelgrube, aus der sich der Blüthenboden erhebt; h: Haare, an dessen Basis entspringend; sch: Ventralschuppen.

Fig. 16 (350). Dasselbe Object im verticalen Längsschnitte durch das Laub.

Fig. 17 (350). Junger Blüthenboden mit zwei Archegonien, von oben gesehen. Einstellung etwas unter die Oberfläche. Die punktirte Linie zeigt (bei noch tieferer Einstellung) die Lage der Ventralrinne.

Fig. 18 (350). Ein ungefähr gleich weit entwickeltes Receptaculum. Lage und Schnitt wie in Fig. 16. Es ist nur das hintere Archegon sichtbar. Querdurchmesser des Kopfes 0·045 Mm.

Fig. 19 (200). Luftkammer und Athemöffnung eines jungen weiblichen Receptaculum (von 1·5 Mm. Durchm.) im Durchschnitt.

Fig. 20 (540). Junge Athemöffnungen und Luftkammern am sterilen Laube im Durchschnitte.

Fig. 21 (350). Spätere Entwicklungszustände (Fächerung der Luftkammer).

Fig. 22 (540). Durchschnittene Partie des Scheitelrandes mit einer sehr jungen Ventralschuppe; p: ihre Spitzenpapille.

Digitized by Google

Fig. 23 (350). Eine etwas ältere Ventralschuppe im medianen Durchschnitt; die Spitzenpapille erscheint schon von der Tragzelle überwachsen und auf die Oberseite gerückt.

Tafel. IV.

Rhacotheca azorica Fig. 1—6, 8 10; Fig. 7 und 9 von *Fimbriaria pilosa*.

Fig. 1 (350). Stück der Oberhaut nahe dem Scheitel mit Athemöffnungen. In einzelnen grösseren Zellen Oelkörper, die durch längeres Liegen in verdünnter Kalilösung etwas verändert wurden.

Fig. 2 (350). Eine Athemöffnung an einem älteren Laubtheile mit engem Porus.

Fig. 3 (350). Eine solche dicht neben der früheren gelegene mit erweitertem Porus.

Fig. 4. Ein fruchtendes Pflänzchen, schwach vergrössert, st: gemeinsamer Fruchtstiel, dahinter ♂ (Antheridienstand). Unter den beiden Seitenlappen treten Ventralsprosse hervor; unter dem rechtsgelegenen ein monöcischer Spross, der ebenfalls wieder zwei Ventralsprosse (v) trägt; unter dem links gelegenen zwei sterile Sprosse, von denen der grössere (links) sich zu einem schmalen, zungenförmigen Lappen verlängert hat.

Fig. 5 (350). Oberfläche einer jungen Antheridienscheibe mit zahlreichen Athemöffnungen und zwei eingesenkten Antheridien (durch punktirte Kreise angedeutet). Die innerhalb dieser Kreise gelegenen Oeffnungen sind die Mündungen der Antheridienkammern.

Fig. 6 (200). Verticalschnitt durch den Rand eines jungen Fruchtknopfes. Das Archegon schloss einen Embryo ein, dessen Theilungen aber nicht deutlich waren und daher in der Zeichnung weggelassen wurden. Man sieht die Art der Bildung der Hülle (H), die von oben her in Folge einer Art Ueberwallung durch die Luftkammerschichte gebildet wird, unten, d. h. nach der Seite des gemeinsamen Fruchtstieles aber kaum angedeutet ist. P: Perianthium; L: Luftkammern.

(Die Lage des Bildes entspricht der normalen Lage, d. i. bei verticalstehendem gemeinsamen Fruchtstiel.)

Fig. 7. Eine junge Frucht von unten, d. h. von der Stielseite gesehen. P: Perianthium mit den Spalten und dem Scheitelporus (p); H: Hülle, an dieser Seite bis an den Grund gespalten; Fr: Fruchtboden.
(Von *Fimbriaria pilosa*).

Fig. 8. Unterseite des Fruchtbodenrandes mit einem befruchteten Archegon. Das Stadium entspricht dem der Fig. 6; Bezeichnung wie dort.

Digitized by Google

Fig. 9. Ein Fruchtkopf mit drei Früchten von unten gesehen; schematisch. x: Lage der Sporogone; v: Ventralfurchen des Fruchtkopfes; st: gemeinsamer Stiel.

Fig. 10 (350). Eine Athemöffnung am Fruchtkopfe im Durchschnitt.

Duvalia rupestris.

Fig. 11 (350). Thallusoberfläche sehr nahe am Scheitel mit Luftkammern. Die Einstellung ist etwas unter die Oberfläche genommen. In den älteren Kammern sieht man den Beginn der Fächerung

Fig. 12 (350). Ein Thallusstück ähnlichen Entwicklungsstadiums im verticalen Durchschnitt.

Fig. 13 (350). Schnitt und Ansicht wie Fig. 12; die Fächerung der Luftkammern ist schon weiter vorgeschritten.

Fig. 14 (350). Oberfläche eines jungen Fruchtkopfes mit (2) Athemöffnungen und den grossen, Oelkörper einschliessenden, Zellen.

Fig. 15 (350). Eine Athemöffnung mit gefächerter Luftkammer im Durchschnitt.

Fig. 16 (200). Eine Athemöffnung am jungen Laube.

Fig. 17 (120). Eine halberwachsene Antheridie mit ihrer Kammer und deren Ausführungsgang im Durchschnitt.

Fig. 18. Eine Hülle mit junger Frucht durchschnitten. fr: freier nach der Stielseite gelegener Rand.

Fig. 19. Ein abgestorbenes Archegon mit den freien übereinanderliegenden Seitenrändern der Hülle. (Die Hülle ist durch Abtragen des der Oberseite des Fruchtkopfes entsprechenden Theiles geöffnet.)

Fig. 20. Ein Fruchtkopf von unten gesehen, mit empfängnissreifen Archegonien x; (in einer der jungen Hüllen stehen abnormer Weise zwei Archegone); st: gemeinsamer Stiel; v: Ventralfurchen des Fruchtkopfes.

Fig. 21. Ein fruchtendes Pflänzchen. st: gemeinsamer Stiel; ♂: Antheridienstände.

Fig. 22. Ein ähnliches Pflänzchen.

Fig. 23. Ein Pflänzchen mit jungem Antheridienstand im Durchschnitt. gz: Grenze der Luftkammerschichte.

Tafel V.

Fegatella conica.

Fig. 1. Verschiedene Entwicklungsformen des aus der Laubbucht des Vorderrandes hervorwachsenden Frühjahrtriebes. Die punktirten Linien markiren die Lage der Scheitelpunkte, von denen die mit o bezeichneten steril sind.

Fig. 2 (350). Der fertile Scheitel von Fig. 1 c in Dorsalansicht.

Digitized by Google

Fig. 3. Ein Spross mit jungem weiblichen Hut (h) im verticalen Längsschnitt.

Fig. 4 (350). Der Hut der früheren Figur in verschiedenen Ansichten.
a: Ansicht auf die Rückenfläche desselben; v: Vorderrand;
b: Lage des Präparates wie in Fig. 3;
c: das Archegon der Fig. a im Radialschnitt durch den Hut.

Fig. 5 (50) Ein Spross mit einem älteren Hute im verticalen Längsschnitte.

Fig. 6 (350). Ein Hut eines ähnlichen Präparates (der Umriss eines Archegones ist punktirt).

Fig. 7 (350). Archegontragender Hutrand im Radialschnitt.

Fig. 8. a: Umriss eines 0.1 Mm. breiten Hutes mit 5 Archegonen.
b: (540) Oberflächenansicht eines (abwärtsgekrümmten) Randlappens mit der Insertionszelle eines Archegons.

Fig. 9 (350). Junge Athemöffnung eines Fruchtkopfes im Durchschnitt.

Fig. 10 (350). Ausgewachsene Athemöffnung eines solchen.

Fig. 11 (350). Partie aus einem jungen männlichen Hute mit einem jungen Antheridium.

Fig. 12 (350). Aelteres Stadium.

Fig. 13 (200) Luftkammer und Athemöffnung an einer ausgewachsenen Antheridienscheibe

Fig. 14 (— 18). Entwicklung der Ventralschuppen:
a: Sprossscheitel im verticalen Längsschnitte mit jüngster Schuppenanlage (sch). Die Spitzenpapille schon angedeutet.
b: Aelteres Stadium, die Spitzenpapille ist abgeschnitten.
c: Noch älteres Stadium; Anlage des Spitzenanhängsels.

Fig. 15 (350). Eine etwas ältere Schuppe von der Fläche gesehen.

Fig. 16 und 17 (350). Weiterentwickelte Schuppen in gleicher Ansicht.

Fig. 18 (350). Noch älteres Stadium.
a: In Flächenansicht,
b: im Durchschnitte.

Fig. 19 (350). Durchschnittene Schuppe an einem jungen weiblichen Fruchtkopfe.

Fig. 20 (200). Keimende Spore in zwei Durchschnittsansichten.

Fig. 21 (200). Späteres Stadium. v: Scheitelrand.

Fig. 21 (540). Scheitelpartie eines etwas älteren Stadiums im Durchschnitt.

Fig. 22. Keimpflänzchen.

Tafel VI.

Lunularia vulgaris.

Fig. 1. Schematische Darstellung der in der Laubbucht des Vorderrandes befindlichen beiden Scheitel (November).
a: Grosse von den Anhängseln der Ventralschuppen überdeckte Laub-

Digitized by Google

bucht. In ihr befinden sich zwei Scheitel, jeder wieder in einer Grube, und getrennt durch den Mittellappen (m). Der links gelegene hat einen ♀ Blüthenstand angelegt (die Lage der zwei ältesten Archegone durch Punkte markirt). Die hier horizontal gelegte Scheitelfläche steht in natura vertical. Vergl. Fig. 5 und 10.

Fig. 2. Diagramm eines weiblichen Blüthenbodens, der in Lage und Ausbildung genau dem in Fig. 1 entspricht. Die drei äussersten, den Blüthenstand umgebenden Hüllschuppen (hsch) sind auch in Fig. 1 angedeutet. Man sieht ferner die vier Archegongruppen (die beiden ältesten Organe der beiden hinteren Gruppen entsprechen den beiden in Fig. 1 als Punkte angedeuteten); unter jeder Gruppe eine innere Hüllschuppe.

Fig. 3. Thallus mit einem abgestorbenen Archegonstand in einer Seitenbucht.

Fig. 4 (200). Steriler Scheitel im verticalen Längsschnitte.

Fig. 5 (200). Ein ähnlicher Schnitt durch einen in der Anlage eines Archegonstandes begriffenen Scheitel.

Fig. 6 (350). Dasselbe Präparat, stärker vergrössert.

Fig. 7 (540). Flächenansicht des in der früheren Figur dargestellten Scheitels. x: sind die beiden Insertionszellen der jungen Archegone; hsch: Hüllschuppen.

Fig. 8 (540). Junger weiblicher Blüthenboden; Entwicklungszustand ähnlich dem von Fig. 6 und 7.

a: Flächenansicht des Scheitels. a: Stielzellen der beiden Archegone.
b: Durchschnitt in der Höhe x—y.
c: Durchschnitt in der Höhe q—z.

Fig. 9 (350). Ein etwas älterer Blüthenboden.

a: Ansicht wie in Fig. 1, 2, 7, 8. a: Die ältesten Archegone jeder Gruppe.
b: Verticalschnitt durch den Rand des Blüthenbodens, mit dem Archegone der rechtseitigen vorderen Gruppe.

Fig. 10 (120). Scheitel mit einem ungefähr gleich alten Blüthenboden in verticalem Längschnitt; L: Luftkammern.

Fig. 11 (c. 25). Verticaler Längsschnitt durch eine Seitenbucht mit einem abgestorbenen weiblichen Blüthenstand (vergl. Fig. 3). Am Blüthenboden sind nur zwei Archegone und zwei Hüllschuppen angedeutet.

Fig. 12. Ein abgestorbener weiblicher Blüthenboden von oben gesehen. Die vier Archegongruppen (durch Kreise angedeutet) sind unter den Rand geschoben und stehen in quer ausgezogenen Gruben.

Fig. 13 (c. 25). Schnitt wie in Fig. 11. Blüthenboden mit nahezu reifen Sporogonen. hschu: Hüllschuppen, später die Scheide an der Basis des Stieles bildend; hscho: Hüllschuppen, später mit dem Blüthenboden emporgehoben; h: Hülle, die

Digitized by Google

links liegende mit zwei Früchten, an der Basis dieser ein abgestorbenes Archegon. g z: ist die Grenze der Luftkammerschichte.

Fig. 14. Schnitt durch eine einen halbreifen männlichen Stand bergende Seitenbucht.

Fig. 15. Stück einer männlichen Scheibe im Querschnitt. ♂; Durchschnittene Antheridien.

Fig. 16 (350). Verticalschnitt durch den Scheitel mit der jüngsten Ventralschuppe.

Fig. 17 (350). Spitze einer älteren Ventralschuppe mit der Primärpapille (p).

Fig. 18. Querschnitt durch das Spitzenanhängsel einer Ventralschuppe mit der Primärpapille (p) und zwei Randpapillen.

Fig. 19 (350). Drei Ventralschuppen einer Längsreihe im medianenen Durchschnitt. p: ihre Primärpapillen.

Fig. 20–22 (350). Aufeinanderfolgende Entwicklungsstadien von Brutknospen.

Fig. 23 (540). Verticalschnitt durch den Scheitel einer aus einem Knospenbehälter genommenen Brutknospe.

Fig. 24 (200). Verticalschnitt durch den Rand einer Brutknospe mit einem Rhizoid.

Fig. 25 (120). Durchschnitt durch den Scheibenrand des Fruchtkopfes.

Fig. 26. Verzweigungsschema einer weiblichen Pflanze.

Tafel VII.

Preissia commutata.

Fig. 1. Pflanze mit weiblichen Köpfchen. Anfang October.

Fig. 2. Vorderbucht eines sterilen Laublappens. Von ihr führt bis zum Scheitel ein enger Canal, der erst bei tieferer Einstellung sichtbar wird und hier durch eine punktirte Linie markirt ist.

Fig. 3. Vorderbucht eines in der Anlage eines Blüthenstandes begriffenen Laublappens. In dem bei tieferer Einstellung sichtbar werdenden Canale springt ein Höcker vor (vergl. Fig. 6).

Fig. 4 (540). Anlage eines Archegonstandes (October).

a: Ansicht des Scheitelrandes eines Blüthenbodens, der in der Scheitelgrube als kaum erkennbarer Höcker hervortritt. r: Wandzellen der Scheitelgrube; i: Schuppeninsertionen an der Ventralseite; die, die Buchstaben x . . y verbindende Gerade geht durch die Scheitelrandzellen.

b: Der Höcker im Durchschnitt.

Fig. 5 (540). Ein etwas älteres Entwicklungsstadium (entsprechend der Fig. 3).

a: Wie Fig. 4 a, aber über der Oberfläche des Höckers und auf die, diesen deckenden jüngsten Ventralschuppen eingestellt. p: ihre Primärpapillen; a: ihre Spitzenanhängsel.

Digitized by Google

b: Höckeroberfläche nach Hinwegnahme der Schuppen (die Figur entspricht vollkommen der Fig. 4 a).

Fig. 6. Thallusscheitel mit Blüthenhöcker (H) im verticalen Längsschnitt.

Fig. 7. Steriler Thallusscheitel mit Mittellappen M, kurz nach erfolgter Gabelung. v: Stelle der Scheitelkante.

Fig, 8. Ein noch älteres Stadium.

a: (350). Entspricht den Figuren 4 und 5 b,

b: (200). Blüthenhöcker im verticalen Längsschnitt (vergl. Fig. 6).

Fig. 9 (350). Ein noch älteres Stadium; die ersten Archegone der beiden vorderen Gruppen sind angelegt.

a: Blüthenboden in Ansicht auf seine Dorsalfläche;

b: im Durchschnitt (im verticalen Längschnitte durch das Laub).

Fig. 10. Ein junger männlicher Blüthenstand.

a: (350) Die Ansicht entspricht den Fig. 8 und 9 a. Es sind fünf Antheridien erkennbar; das älteste steht fast genau an der Spitze des (kegelförmigen) Höckers.

b: (540) Der Höcker mit dem ältesten Antheridium und dem jüngsten im Durchschnitt.

c: (50) Der Höcker im verticalen Längsschnitt durch den Thallus.

Fig, 11 (540). Durchschnitt durch einen wenig älteren männlichen Höcker mit zwei Antheridien.

Fig. 12 (120). Weibliches Köpfchen von unten mit den vier Archegongruppen. st: gemeinschaftlicher Stiel.

Fig. 13. Ein junger Fruchtstand von der Unterseite (mittl. Durchmesser 0·9 Mm.); st: gemeinschaftlicher Stiel mit den zwei Furchen, F: Gruben, in denen die Archegongruppen stehen (die hier nur durch Kreise angedeutet sind).

Fig. 14. Androgyner Blüthenstand von der Unterseite (vergl. pg. 112.)

Tafel VIII.

Fig. 1—7 Preissia commutata; Fig. 8—16 Dumortiera (und Monoclea).

Fig. 1 (350). Radialschnitt durch einen jungen weiblichen Hut. v: Scheitelrand.

Fig. 2 (350). Partie eines ähnlichen Schnittes mit einem etwas älteren Archegone, an dem schon die Anlage des Perianths erkennbar.

Fig. 3 (350). Ein Archegonstand eines jüngeren Hutes.

Fig. 4 (350). Bildung des Perianthiums.

a: Der untere (Bauch)-Theil eines Archegons und das Perianth (P) im Längsschnitt,

b: im Querschnitte.

Digitized by Google

Fig. 5 (50). Thallus mit jungem weiblichen Hut im verticalen Längsschnitte
a: Scheitelhöcker des Adventivsprosses bei v.
b: Hut von oben gesehen. Es sind die Stellen, wo die Archegone 1 und 3 von Fig. 5 a stehen, markirt.

Fig. 6 (50). Eine fast erwachsene Ventralschuppe, p: ihre Spitzenpapille. A: Spitzen-Anhängsel. Der Seitenrand der Schuppe mit Papillen besetzt.

Fig. 7 (540). Keimpflänzchen im verticalen Längsschnitte. v: Zelle des Scheitelrandes; L Luftkammern; K: Keimschlauch.

Dumortiera.

Fig. 8 (200). Ansicht auf die dorsale Oberfläche des Laubes von *D. irrigua*, L: hervorragende Leisten.

Fig. 9 (200). Querschnitt durch das Laub derselben Pflanze. v: Durchschnittene Ventralschuppe; L: Leisten.

Fig. 10 (200). Dorsale Oberfläche des Laubes, nahe der Scheitelbucht (Sch.) L: Leisten. a: Athemöffnungen; h: höckerförmige Auftreibungen Vergl. Text pg. 125.

Fig. 11 (200). Dorsales Thallusgewebe der Scheitelbucht, im verticalen Durchschnitte durch das Laub. (Die Luftkammern noch vorhanden).

Fig. 12 (200). Spitzentheil einer noch jungen Ventralschuppe.

Fig. 13. Ein weiblicher Hut von oben gesehen mit zehn Strahlen, von denen aber nur fünf fruchttragend sind. Schematisch
h: nabelartige Erhebung; l: erhabene Leisten; f: Vertiefungen; i: Hüllen s: Oeffnungen an demselben.

Fig. 14. Verticaler Längsschnitt durch einen Thallus mit zwei Antheridienständen.

Fig. 15. Ein ähnlicher Schnitt durch den Scheitel, mit einem jungen Antheridienstand.

Fig. 16 (350). Eine stark vergrösserte Partie aus Fig. 15, mit zwei jungen Antheridien, (die in Fig. 15 wegen der geringen Vergrösserung gar nicht sichtbar sind).

Die Fig. 14—16 gehören zu einer mir aus Neu-Seeland zugekommenen Pflanze. die als *D. dilatata* zu bestimmen war, gewiss aber die männliche Pflanze einer Monoclea ist.

Tafel IX.

Marchantia.

Fig. 11 *M. chenopoda*, die übrigen Figuren von *M. polymorpha*.

Fig. 1 (50). Ein Thalluszweig mit Brutknospenbehälter und jungen weiblichen Hut mit verticalem Längsschnitte.

Fig. 2 (120). Der Hut der Fig. 1 von unten gesehen. st: das zum Stiele werdende Verbindungsstück mit dem Thallus. Der Scheibenrand ist noch kreisförmig

Digitized by Google

über ihn stehen die ersten Archegone (♀) der vier vorderen Gruppen hervor. Breitendurchmesser des Hutes 0.14 Mm.

Fig. 3 (120). Ein älterer Hut in gleicher Ansicht. Die Archegongruppen (♀) erscheinen in Folge der Einschlagung des Scheibenrandes ganz auf die Unterseite gerückt und in muldenförmigen Vertiefungen. Auch die zwei Ventralfurchen (v) des Stieles sind schon erkennbar. Die Hüllschuppen wurden nicht gezeichnet. Breitendurchmesser des Hutes 0·26 Mm.

Fig. 4 (120). Ein Archegonstand eines etwas älteren Hutes, bei gleicher Lage desselben. Die Strahlen (str) mit ihren Rinnen (f) treten schon deutlicher hervor. Die Insertionen einiger Hüllschuppen sind durch Striche angedeutet. Durchmesser des Hutes 0·56 Mm.

Fig. 5 (350). Der eine Archegongruppe producirende Theil des eingeschlagenen Scheibenrandes in Oberflächenansicht. Die mit x bezeichneten Zellen sind Insertionszellen junger Archegone. Vergl. Fig. 3, welche jedoch, wie aus der Zahl der Archegone einer Gruppe zu sehen, einen etwas älteren Hut darstellt.

Fig. 6 (350). Entspricht etwa der Fig. 4. Die (6) ältesten Archegone sind in ihrem Bauchtheile durchschnitten; bei den darauffolgenden jüngeren geht der Schnitt durch ihre Tragzellen (deren jede bei den drei älteren getheilt erscheint). Sch: Hüllschuppen.

Fig. 7 (200). Noch älteres Stadium eines Specialblüthenbodens, dessen Rand schon zur Hülle (H) („Perichätium") auswächst.

Fig. 8 (200). Die Hülle der linken Seite der früheren Figur von der Fläche gesehen,

Fig. 9. Schematische Darstellung eines weiter entwickelten Specialblüthenbodens mit seiner Hülle (H) und den beiden benachbarten Strahlen (str). Vergl. Fig. 4 und 7.

Fig. 10. Ein ähnliches Object im Querschnitte durch den noch nicht ausgespannten Hut. (Die Strahlen erscheinen schief durchschnitten.)

Fig. 11. Männlicher Hut von M. chenopoda.

a: mit seinem Träger (st.) etwa dreimal vergrössert,

b: ein Strahl im Querschnitte. Man erkennt drei eingesenkte Antheridien, dann zwei Ventralschuppen,

c: ein Strahl im verticalen Längsschnitte; Antheridien und Ventralschuppen angedeutet.

d: ein Strahl von der Ventralseite gesehen. Die zweizeilig stehenden Ventralschuppen haben je ein Spitzenanhängsel.

Fig. 12 (350). Ein junger männlicher Hut im verticalen Längsschnitte durch das Laub. Durchmesser des Hutes 0·1 Mm.

Fig. 13 (350). Keimpflänzchen noch die zweischeidige Scheitelzelle zeigend. K: Keimschlauch.

Digitized by Google

Fig. 14 (350). Vorderende eines etwa drei Mm. langen Keimpflänzchens im verticalen Längsschnitte.

Fig. 15 (200). Durchschnitt durch den die erste Athemöffnung tragenden Theil eines wenig älteren Pflänzchens.

Fig. 16 (350). Abnorme Athemöffnung an einem vergeilten Keimpflänzchen.

Fig. 17 (540). Junge Luftkammern im Verticalschnitte durch das Laub.

Fig. 18. Weiblicher Thallus, die Lage der Hüte am Zweigsysteme illustrirend.

Fig. 19. Verzweigungsschema für den Thallus einer weiblichen Pflanze.

Fig. 20. Anlage einer Luftkammer am Keimpflänzchen (schematisirt)

a: Ein junger Mittellappen in Oberflächenansicht. An seinem Grunde erscheint die oberflächliche Zellschichte im Durchschnitte.

b: Derselbe im medianem Längsschnitte.

Tafel X.

Targionia Michelii.

Fig. 1 (350). Ein Thallusscheitel mit einem jungen Archegonstand im verticalen Längsschnitte. Es waren sechs in zwei Längsreihen gestellte Archegonien vorhanden (vergl. Fig. 1 b) und es sind die Archegone einer Reihe 2, 4, 6 durch den Schnitt blossgelegt. Die Scheitelfläche ist nach vorne steil abfallend; der Scheitelpunkt v liegt fast ganz in der Ebene der ventralen Laubfläche. Die Archegonien producirende Scheitelfläche ist vom Rücken her durch das mit Luftkammern (L) durchzogene Thallusgewebe, und ebenso von den beiden Seiten her durch vortretende Laublappen (L) überwachsen. Der Laublappen L zeigt an seiner dem Scheitel (und dem Beschauer) zugekehrten (d. i. Innen-) Fläche junge Athemöffnungen. sch: durchschnittene Ventralschuppen.

Fig. 1 b. Schematische Darstellung der Scheitelfläche in Flächenansicht, um die Lage der Archegone, deren Stellung und Altersfolge durch die Zahlen angegeben ist, zu versinnlichen.

Fig. 2 (50). Ein ähnlicher Schnitt mit einem etwas älteren Archegonstand mit drei entwickelten und einem jungen Archegone (♀). An der Dorsalseite ist nur der Verlauf der Scheidewände der Luftkammern (L) und die Lage der Athemöffnungen (s) angedeutet, die die Kammern erfüllenden, von den Scheidewänden entspringenden Schnüre grüner Zellen aber weggelassen. Sonst die Bezeichnung wie in Fig. 1.

Fig. 3. Schematische Darstellung eines jungen Archegonstandes:

a: Der von der Ventralseite gesehene Thallus zeigt zwei Scheitel (deren Scheitelpunkte bei v) und den zwischen ihnen befindlichen Mittel-

Digitized by Google

lappen M. Die Archegon- (resp. Frucht-)höhlen sind an der Ventralseite noch weit geöffnet und zeigen je vier (zwei ältere, zwei jüngere) Archegone.

b: Dasselbe Präparat in Frontansicht (wie Fig. 1 b). In den Archegonhöhlen (h) deuten die Kreise die Lage der Archegone an. sch: Ventralschuppen.

Fig. 4. Schematische Darstellung eines etwas älteren Stadiums, wo die Höhle schon bis auf einen engen Spalt geschlossen erscheint.

Fig. 5. Spaltenrand in Frontansicht (vergl. Fig. 3 b), entsprechend einem Entwicklungsstadium Fig. 3 und 4.

Fig. 6. Eine junge Fruchthöhle, quer durchschnitten (entsprechend den Ansichten in Fig. 3 b und 5. r: rückenständiger Theil der Hülle; m: deren ventrale Lappen. Von der Höhle (h), in welcher die Lage einiger Archegone angedeutet ist, führt eine schmale Spalte zum Scheitelpunkte x (vergl Fig. 10 b). sch: Ventralschuppen.

Fig. 7. Ein Thallusscheitel, der nach Bildung einiger Archegone (°) zu einem Fortsatze auswuchs (vergl. pg. 133). Die Archegone stehen in einer flachen Mulde an der Dorsalseite.

Fig. 8. Eine ähnliche Bildung, und nur in so weit unterschieden, dass das Weiterwachsen des Scheitels erst nach vollkommener Ueberdachung der Fruchthöhle erfolgte (vergl. Fig. 10 und pg. 133).

Fig. 9 (350). Querschnitt durch die Ventrallappen der Hülle, mit ihren die Spalte begrenzenden Theilen (vergl. Fig. 6).

Fig. 10. Hülle mit einem halberwachsenen Sporogone (S).

a: in Dorsalansicht. Der Verlauf der nach der Spalte (sp). convergirenden Linien entspricht dem Verlaufe der den dorsalen Theil der Hülle durchsetzenden Luftkammern, deren Athemöffnungen durch x angedeutet sind.

b: in Ventralansicht. v. Scheitelpunkt, sch: Ventralschuppen (vergl. Fig. 6).

Fig. 11 (10). Querschnitt durch das Laub mit einem ventral entspringenden männlichen Sprösschen.

Fig. 12 (350). Stück eines Querschnittes durch einen Antheridienstand mit zwei Antheridien. l: Luftkammer.

Fig, 13 (350). Ein ähnlicher Schnitt mit einem jüngeren Antheridium.

Fig. 14 (350). Stück eines Antheridienstandes in Oberflächenansicht. m: Mündungen der Ausführungsgänge der Höhlen, in denen Antheridien befindlich waren (deren Umfang durch punktirte Kreise angedeutet ist). Das jüngste Antheridium

Digitized by Google

(R) ragt noch papillenartig hervor. Die übrigen Oeffnungen sind junge Athemöffnungen.

Fig. 15 (350). Mündung des Ausführungsganges; älteres Stadium.

Fig. 16 (350) Spitze einer halberwachsenen Antheridie,
a: in Spitzenansicht.
b: im optischen Längsschnitte.

Fig. 17. Ein männliches Sprösschen. Die Scheibe des Antheridienstandes ist ringsum mit einer Ausbreitung der Frons umgeben. c: cuspides.

Fig. 18. Männliches Sprösschen ohne entwickelter Laubausbreitung.

Fig. 19. Junge Ventralschuppe; a ihr über die Scheitelfläche hinüber gekrümmter Theil, in Fig. 19 b, 120mal vergrössert.

Tafel XI.

Cyathodium cavernarum.

Fig. 1 a (350). Verticaler Längsschnitt durch einen (einen Archegonstand producirenden) Thallusscheitel. A_1 älteres, schon geöffnetes, A_2 junges Archegon; sch_1 sch_2 Ventralschuppen, H: Hülle.

Fig. 1 b. Scheitel von der Ventralseite gesehen (die mit v bezeichnete Zelle entspricht der gleichbezeichneten Zelle der Fig. 1 a).

Fig. 2 (120). Scheitelrand von der Ventralseite gesehen. Links bei ♂ ein in einer Ausbuchtung entspringender, bei $♂_1$ ein am Seitenrande inserirter Antheridienstand; zwischen beiden (in der Mitte der Figur) sieht man zahlreiche Ventralschuppen. (Der Thallus bildete hier eine vorne offene Falte, in der drei abgestorbene Archegonien eingeschlossen waren. Es entspricht also der die Schüppchen tragende Thallustheil dem ventralen Theile einer Hülle. Vergl. Fig 1.)

Fig. 3 (350). Ein Antheridienstand mit zahlreichen Ausführungsgängen der Antheridienhöhlen („cuspides“) in Oberflächenansicht.

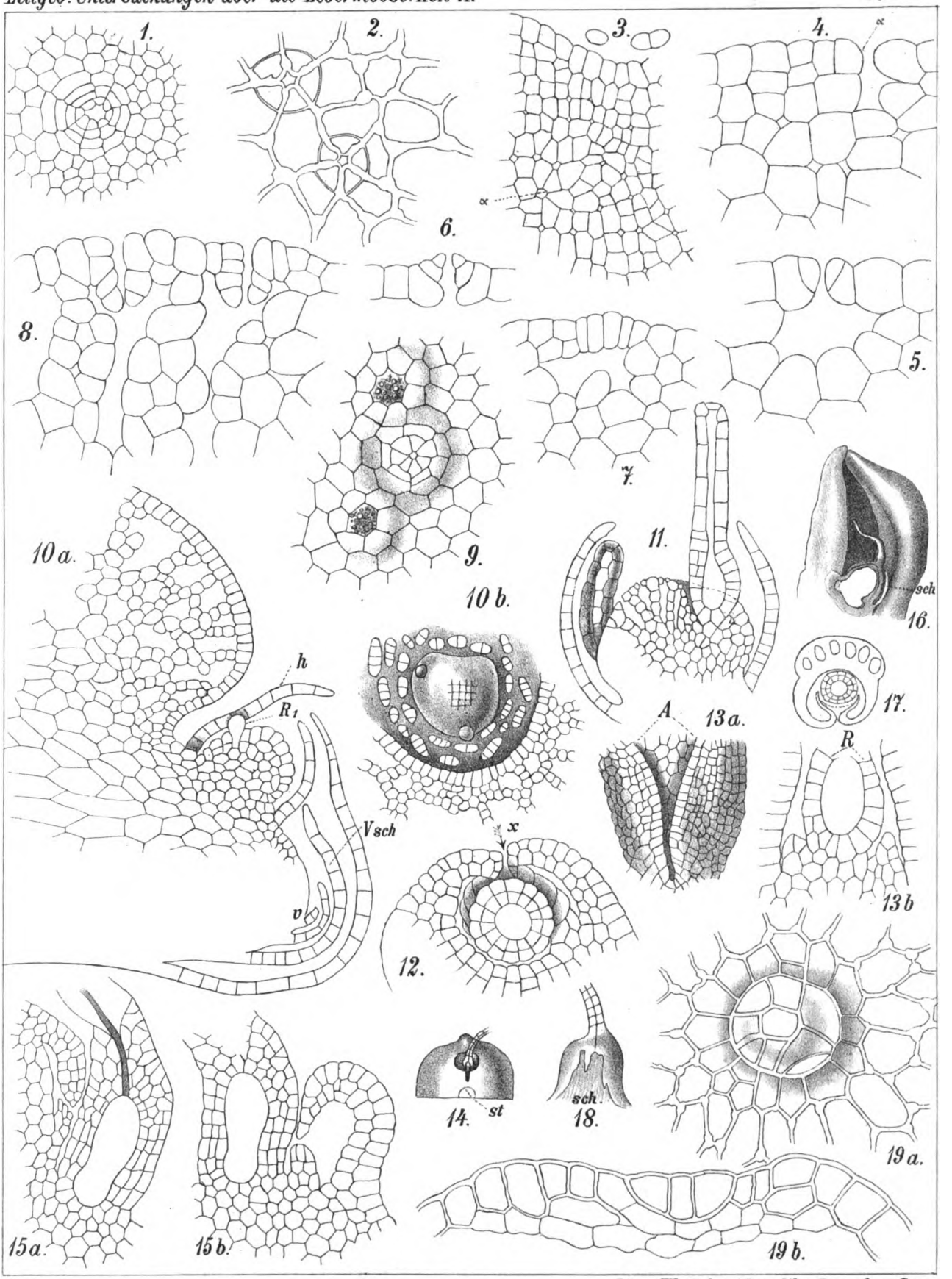
Fig. 4 (350). Theil dieses Standes im Durchschnitt. Die als Stielzellen der Antheridien gedeuteten (gebräunten) Zellchen sind mit x bezeichnet. Die am weitesten nach rechts gelegene Antheridienkammer ist durch Ausdehnung der benachbarten Zellen zusammengedrückt; in den beiden nach links liegenden sind von einer scheinbar einfachen Membran umschlossene Blasen (Antheridien) vorhanden. (Vergl. Text pag. 141.)

Fig. 5 (350). Ein Antheridienstand mit nur einem Antheridium.
a: Durchschnittsansicht von der Ventralseite.
b: Seitenansicht. sch: Ventralschuppe.

Digitized by Google

Fig. 6 (350). Ein Antheridienstand im Durchnitt mit seiner Insertion am Laube.
Fig. 7 a. Ein geöffnetes Sporogon mit Kalyptra (C) schwach vergrössert; h: Archegonhals.
Fig. 7 b. Sporogonstiel (st) mit dem ihn umgebenden Kalyptratheil (C) im Durchschnitt.
Fig. 7 c. Das Präparat der Fig. 7 b im Querschnitte.
Fig. 8 (200). Athemöffnung in Oberflächenansicht.
Fig. 9 (350). Deckelchen des Sporogons in Flächenansicht. Die mit ausgezogenen Linien markirten Zellen gehören der dritten (d. i. innersten) Schichte an, die punktirten Linien deuten die Lage der vier, die erste (oberflächliche) Schichte (Fig. 11) bildenden Zellen an.
Fig. 10 (350). Das Deckelchen mit den angrenzenden Zellen im verticalen Durchschnitt.
Fig. 11 (350). Oberflächenansicht auf den Scheitel eines noch nicht geöffneten Sporogones, die Lage des Deckelchens zeigend.

Digitized by Google



Leitgeb gez.

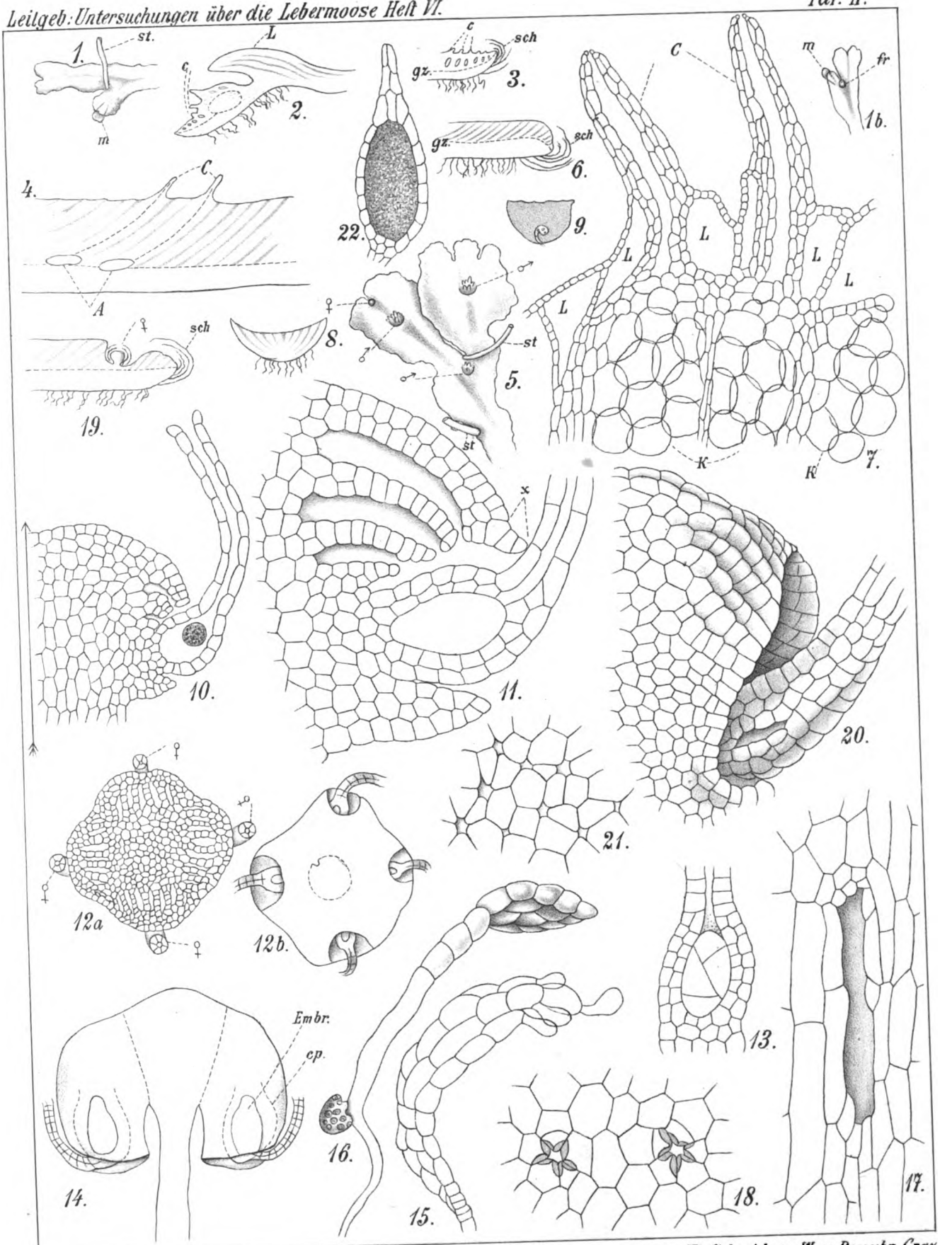
Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Plagiochasma.

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google



Leitgeb gez.

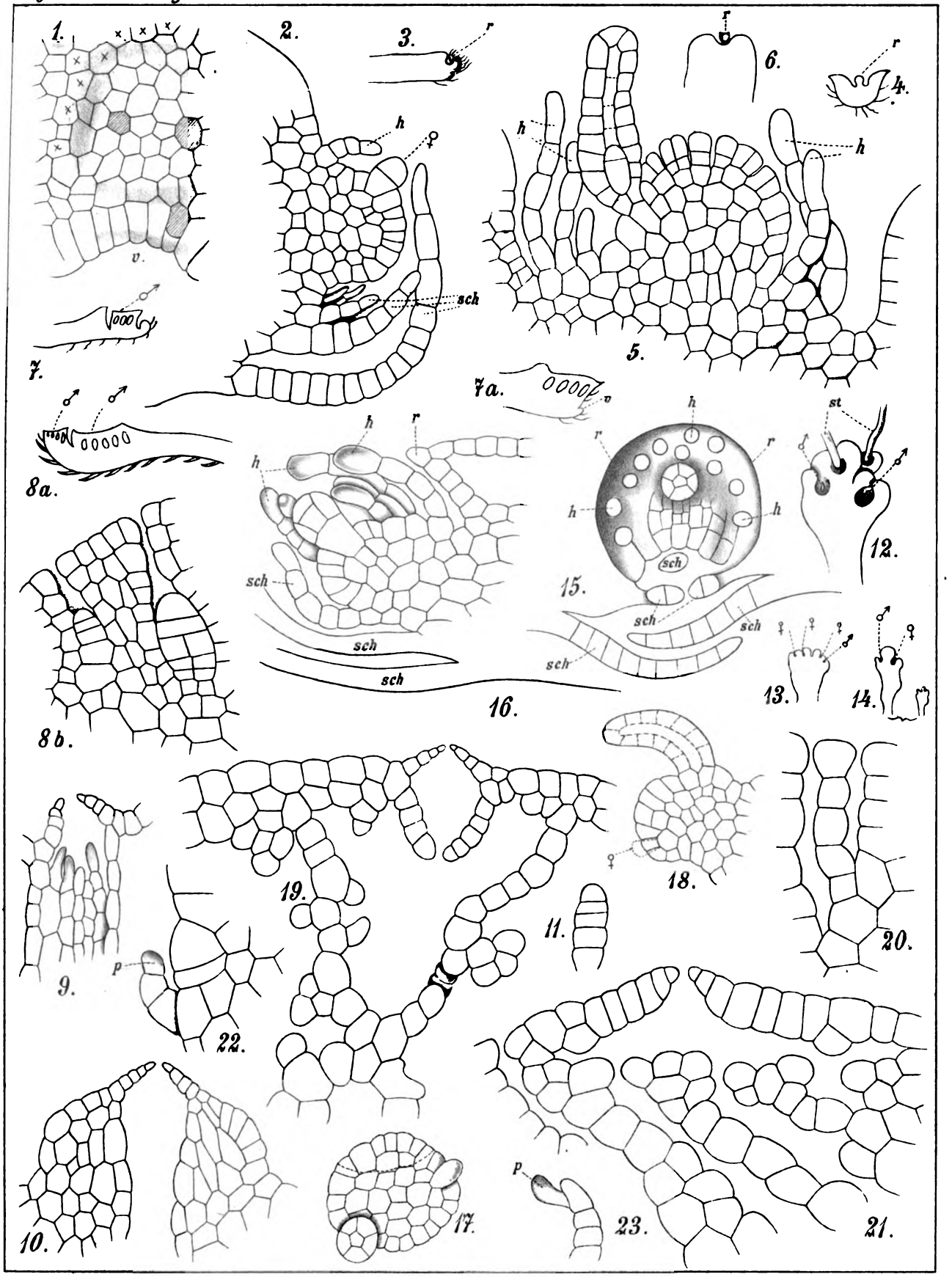
Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Sauteria, (Peltolepis, Clevea.)

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google



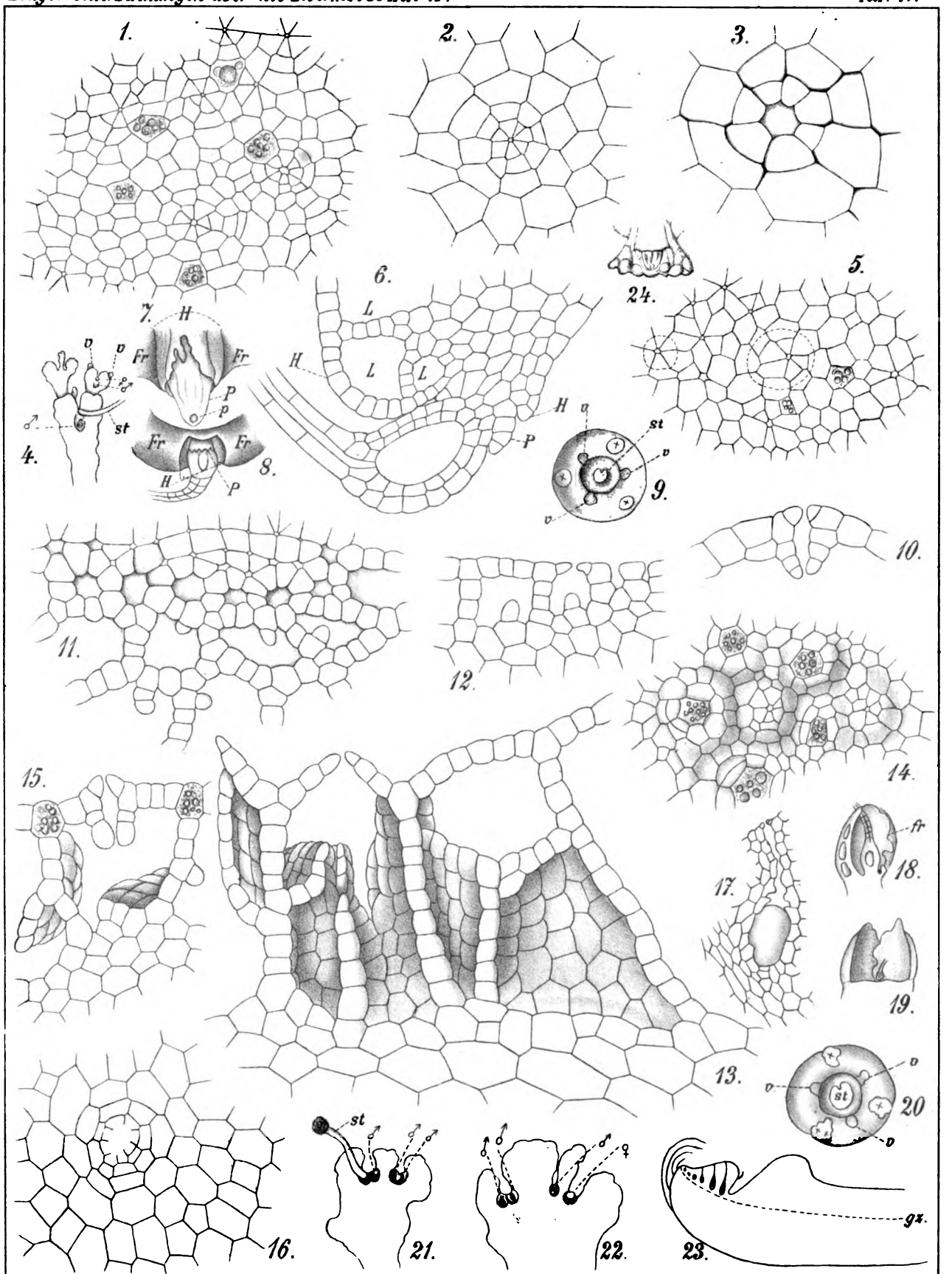
Leitgeb gez. Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Grimmaldia - Reboulia.

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google



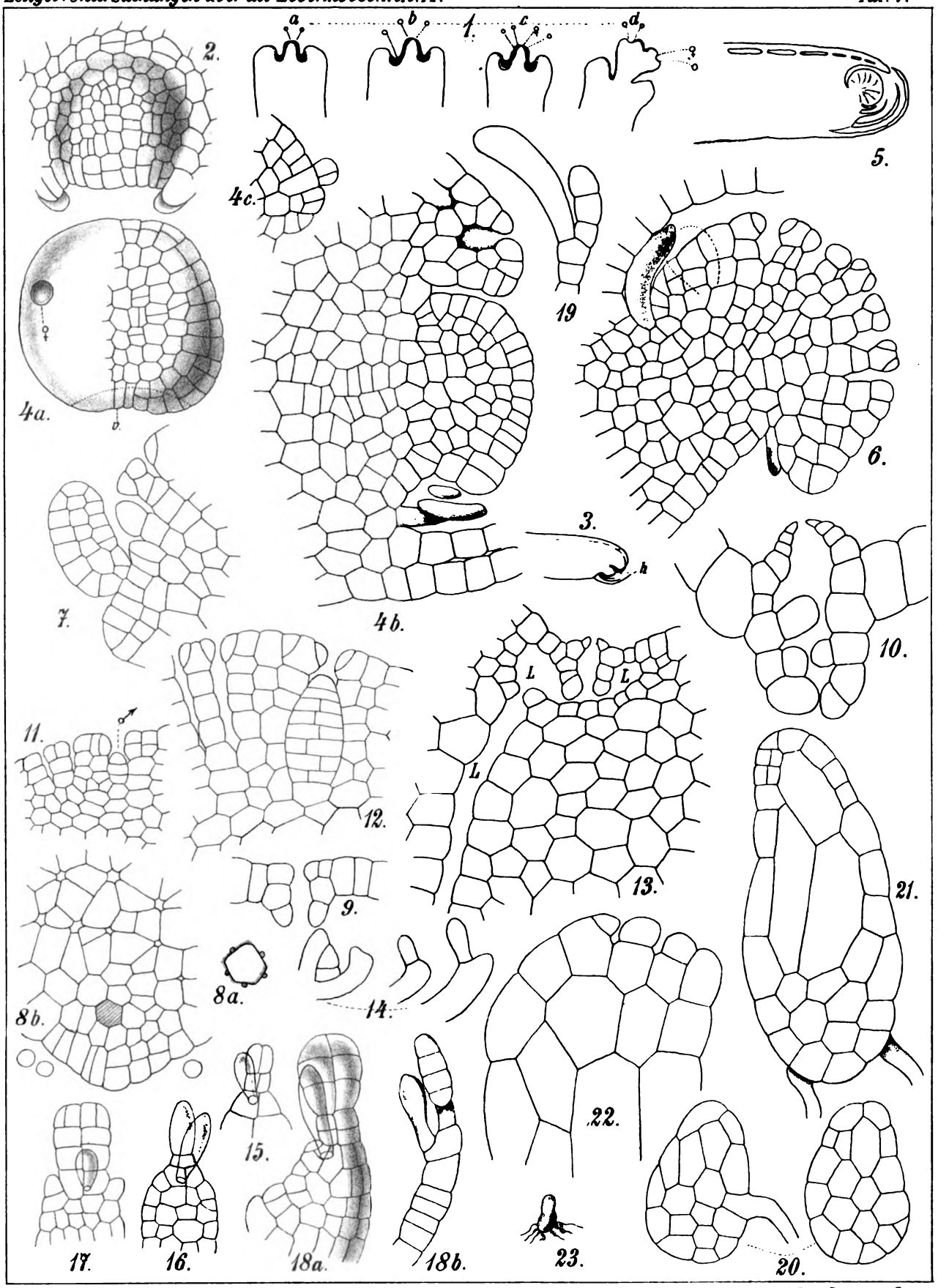
Leitgeb gez. Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Fimbriaria (Rhacotheca) Duvalia.

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google



Leitgeb gez.

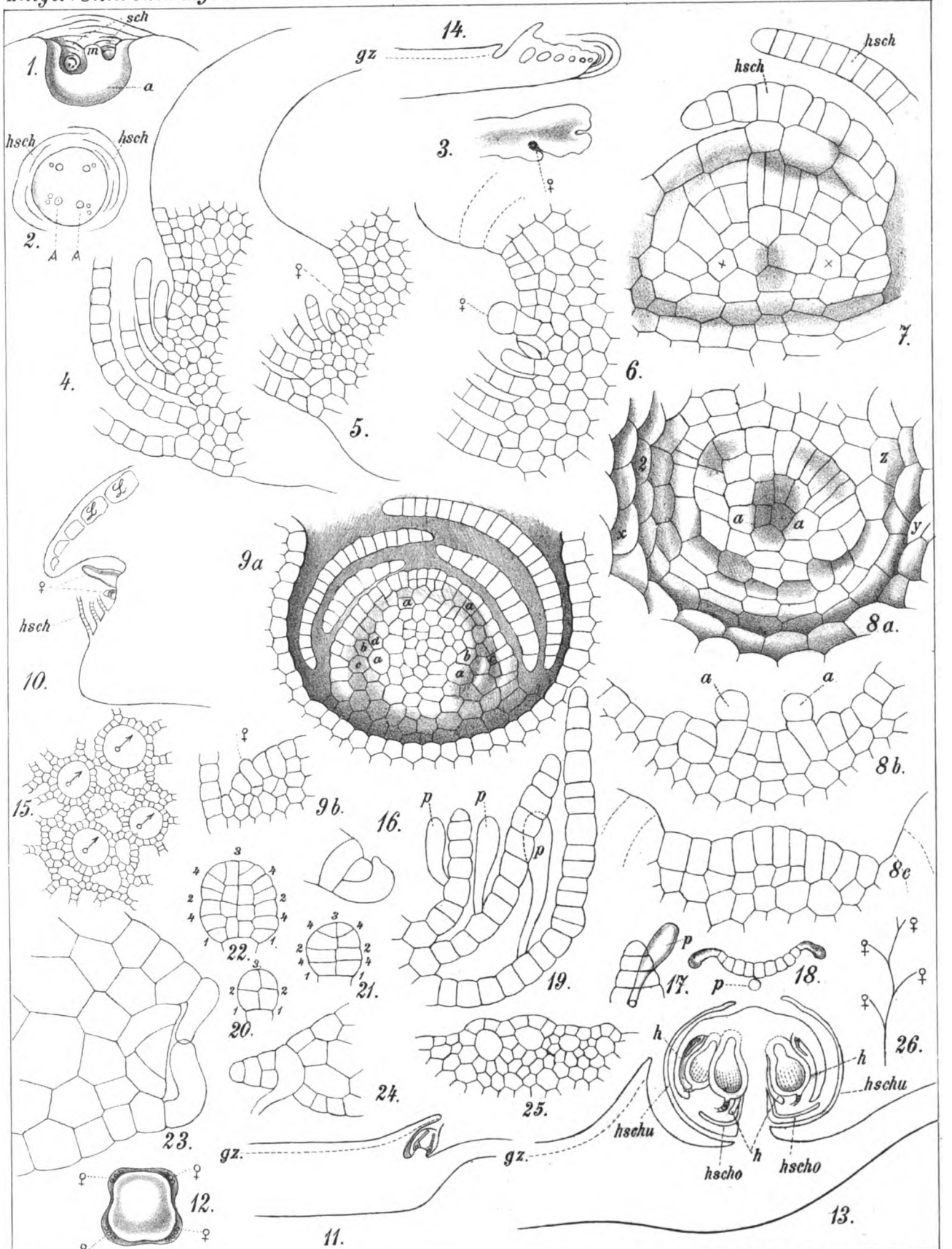
Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Fegatella

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google



Leitgeb gez.

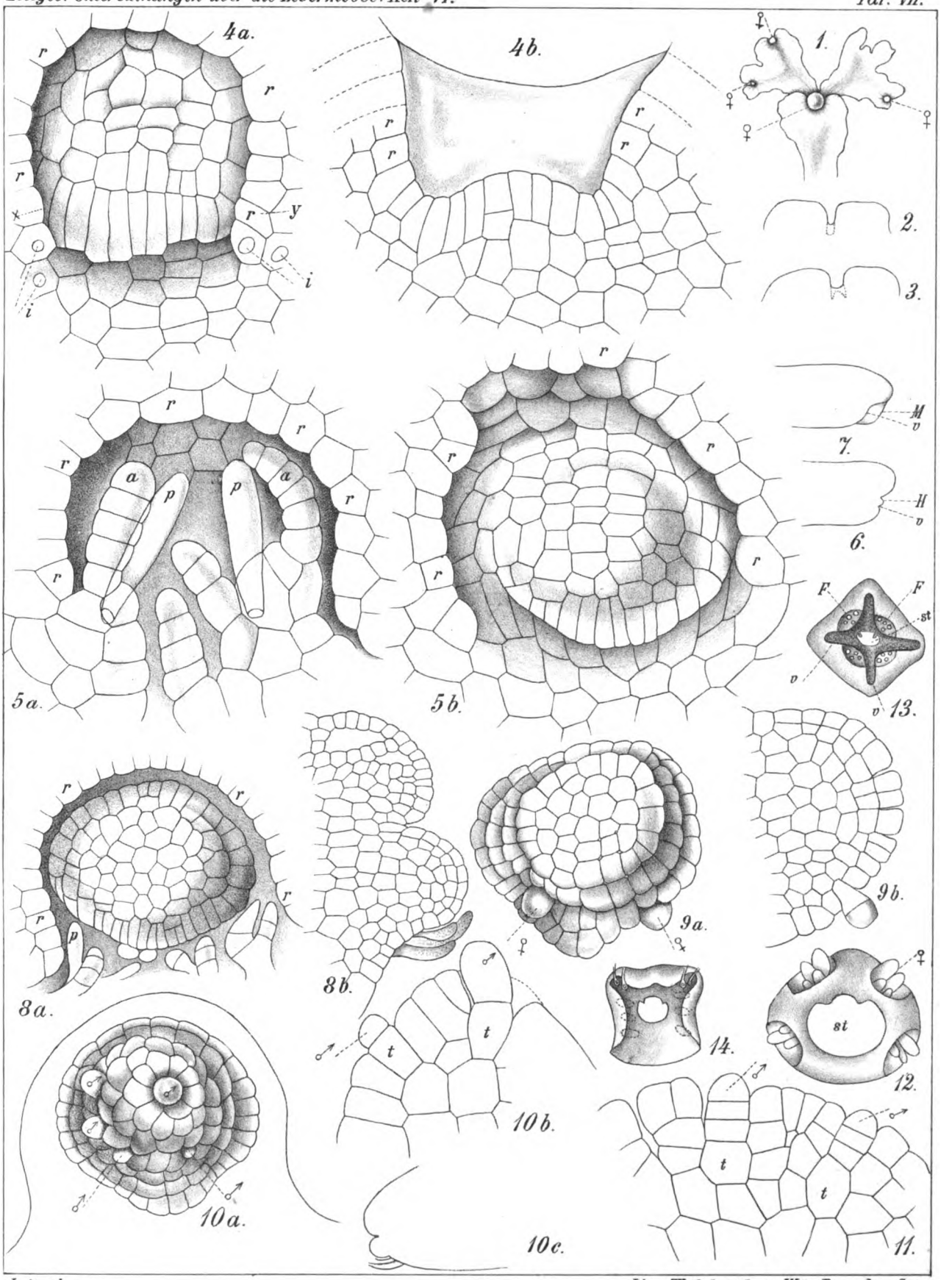
Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Lunularia.

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google



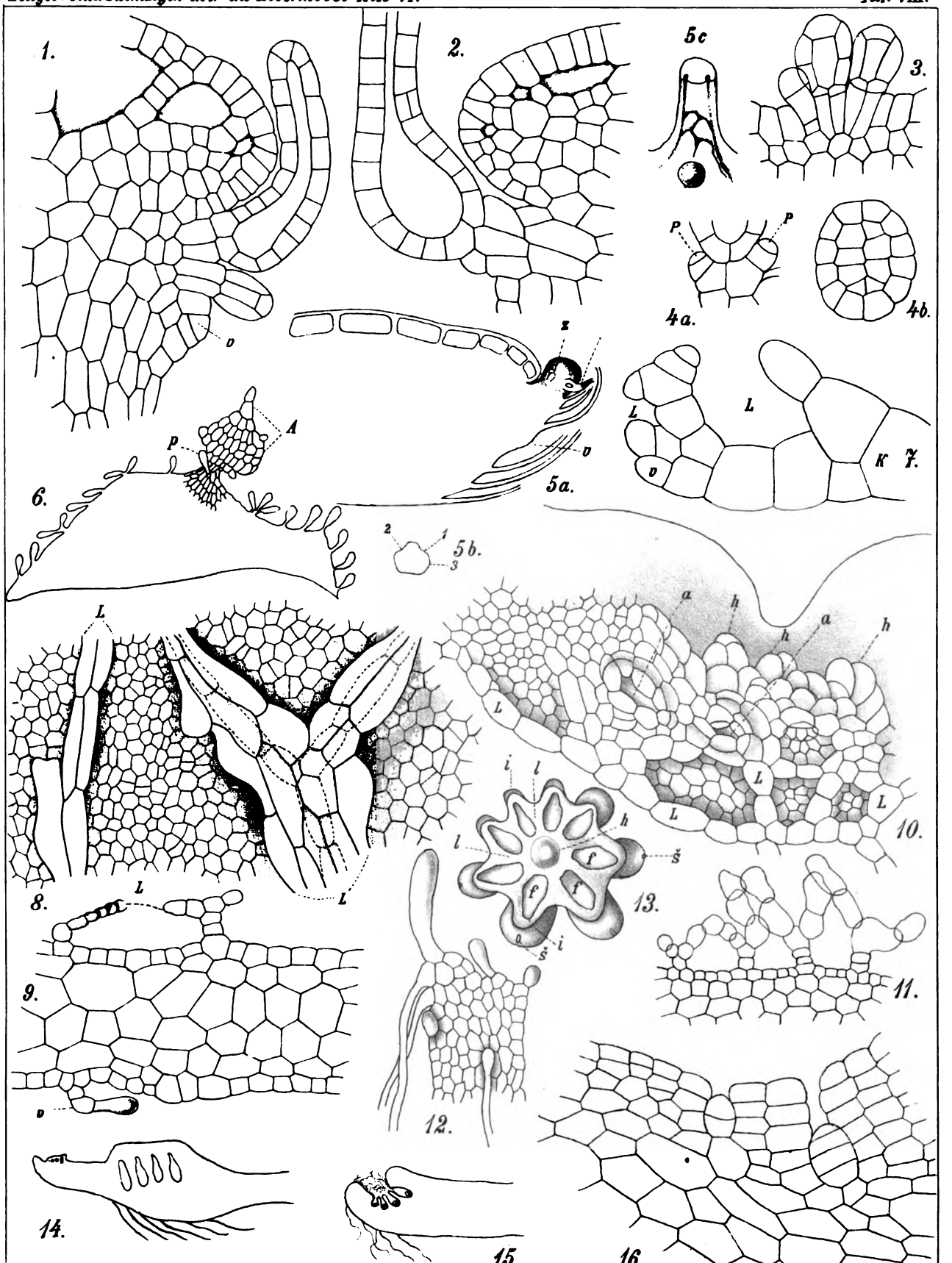
Leitgeb gez. Lit v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Preissia.

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google



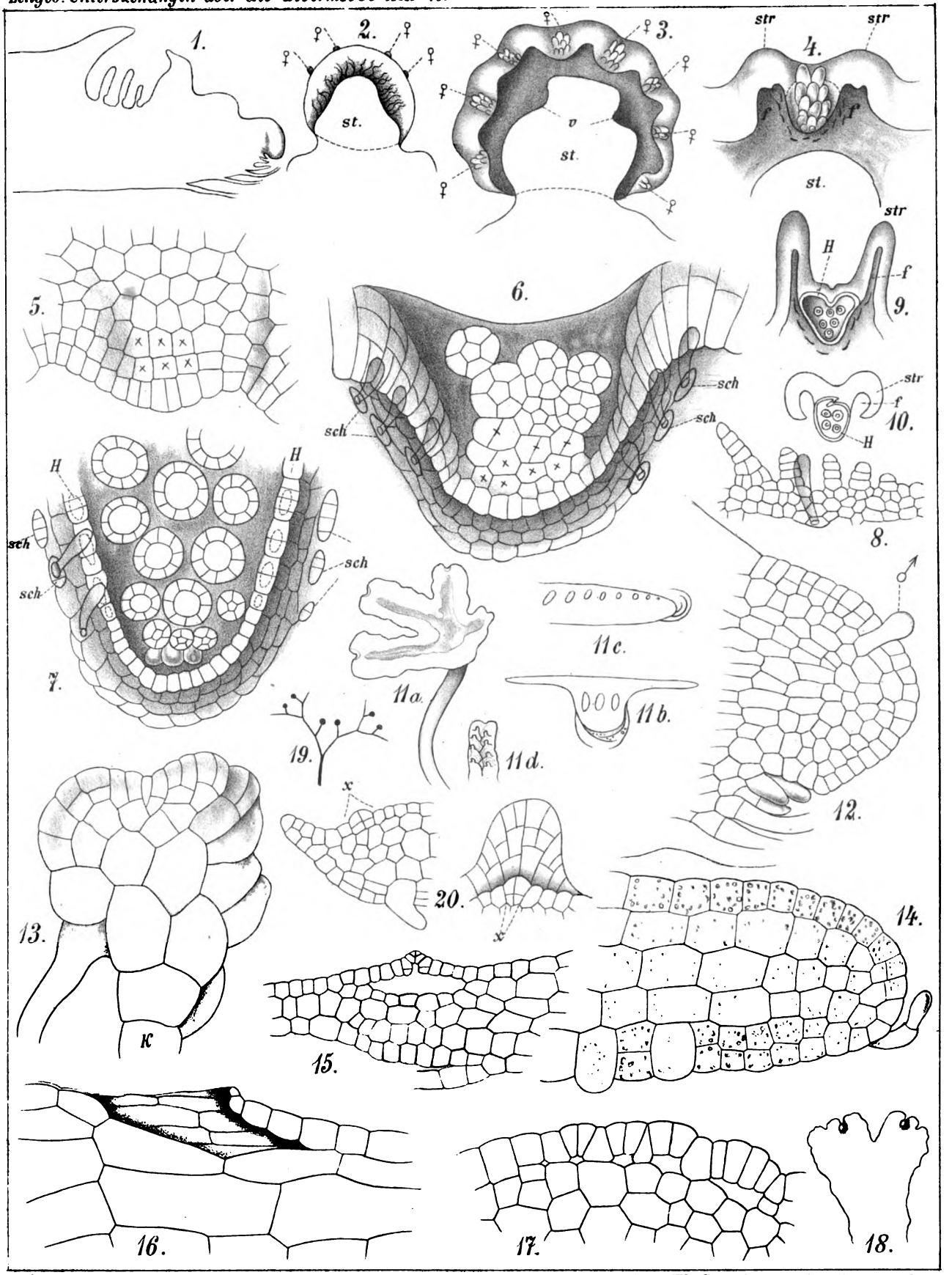
Leitgeb gez. Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Preissia - Dumortiera.

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google



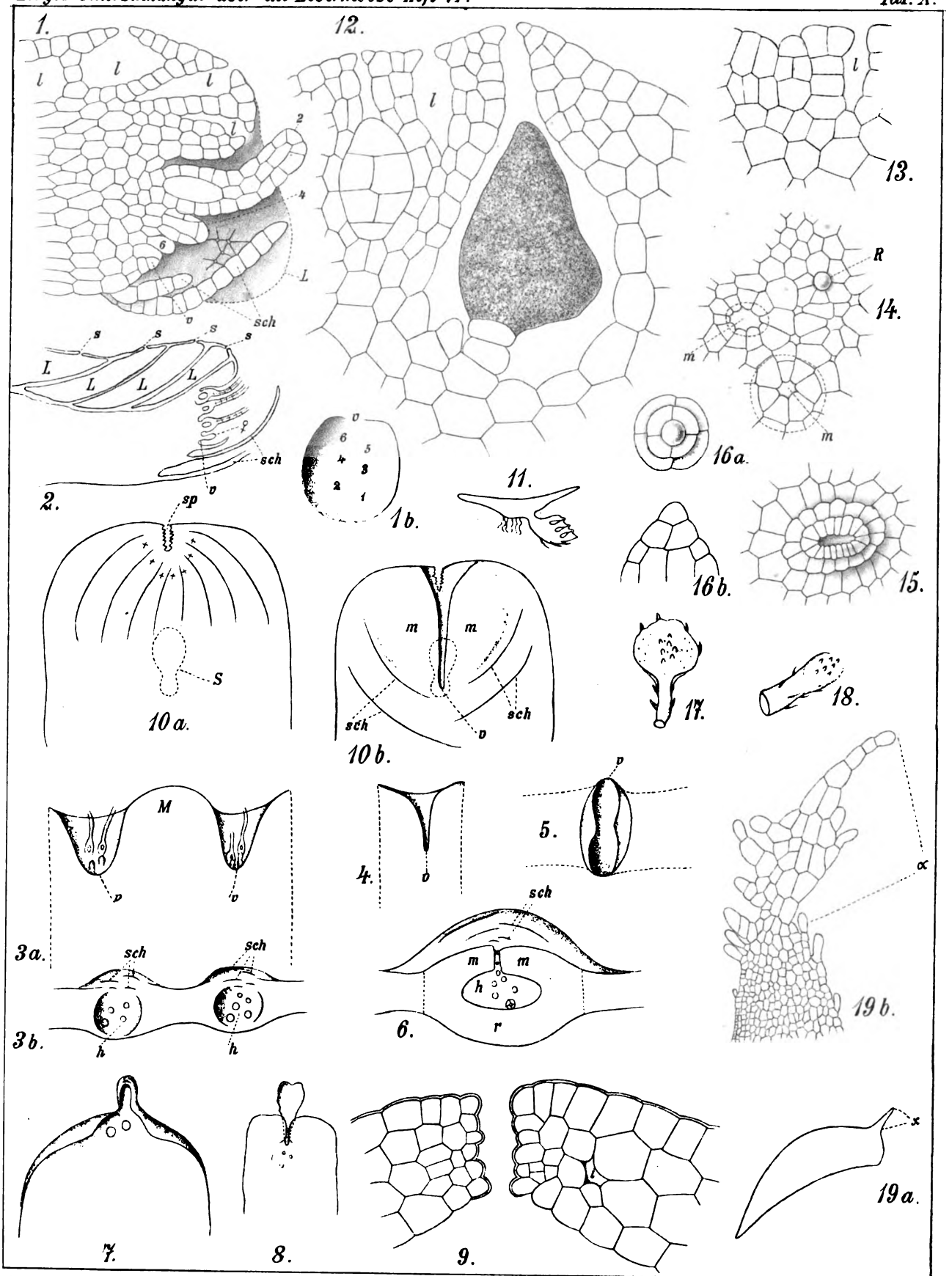
Leitgeb gez. Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Marchantia.

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google



Leitgeb gez.

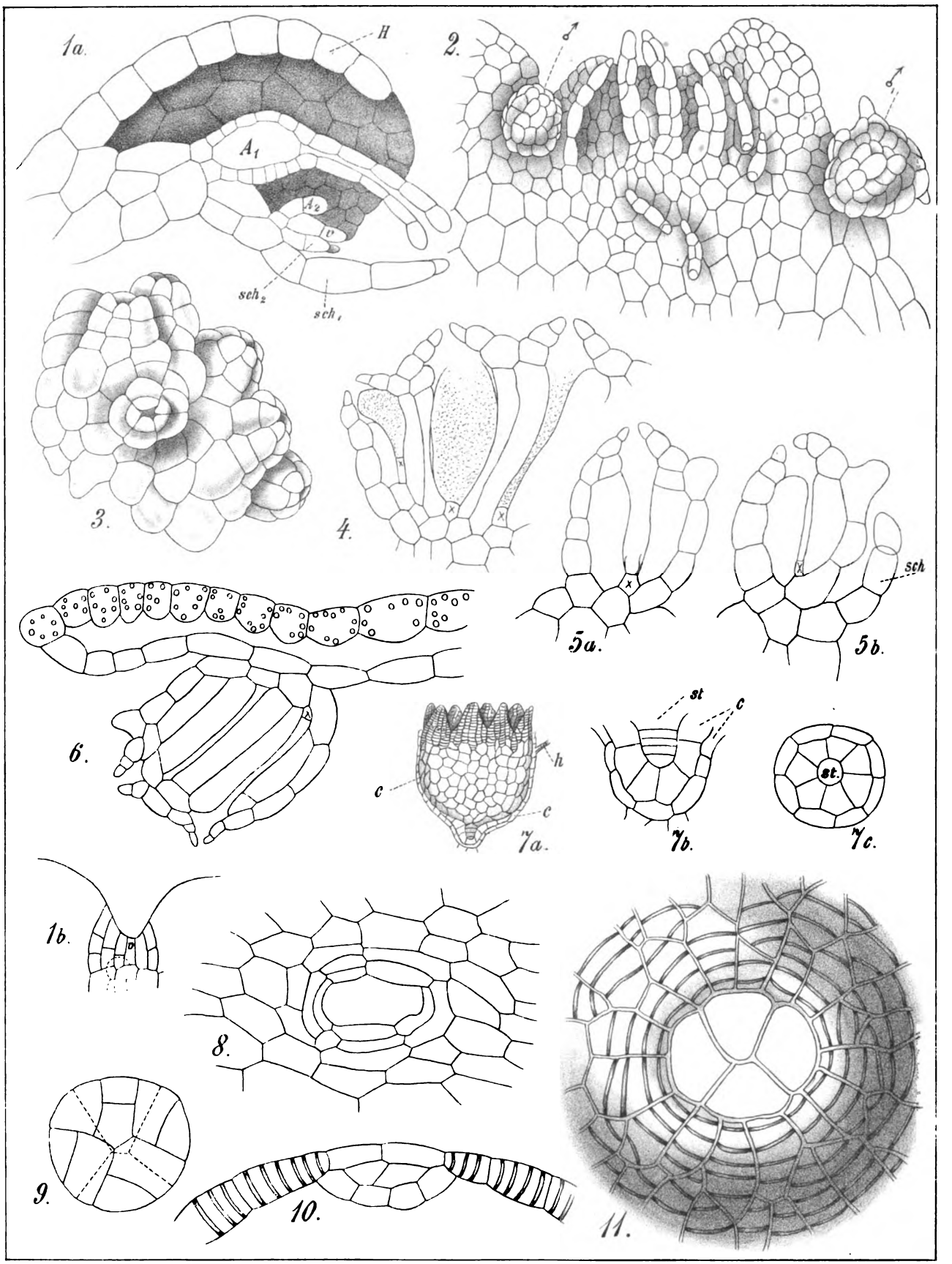
Targionia.

Lit. o. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google



Leitgeb gez. *Lit. v. Th. Schneider's We. u. Presuhn, Graz.*

Cyathodium.

Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google